# ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

(на примере Томской области)

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

# ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ
## (НА ПРИМЕРЕ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ)

*Под редакцией д-ра техн. наук А.М. Адама,*
*д-ра биол. наук С.Н. Кирпотина*

Издательство Томского университета
2011

УДК 001.83:53
ББК 72:22.3
Э 40

Рецензенты:
д-р. г.-м. наук *Л.П. Рихванов*
д-р. техн наук *Р.Г. Мамин*

Эколого-экономические аспекты устойчивого развития Западной Э40 Сибири (на примере Томской области) / А.М Адам, Е.Н. Акерман, В А Базанов, А.Е. Березин, С Н. Воробьев, А.В Дмитриев, С.Н Кирпотии, Н.И. Лаптев, М В Мачалов, А.А. Скугарев. – Томск: Изд-во Том. ун- та, 2011 – 148 с

ISBN 978-5-7511-1967-6

Рассматриваются проблемы устойчивого развития региона, в частности эколого-экономические факторы, в планировании пространственного развития региона.

Для исследователей в области проблем регионального развития и эффективного природопользования, студентов, аспирантов, преподавателей и практических работников, занятых разработкой и реализацией стратегии устойчивого развития регионов

УДК 001.83:53
ББК 72:22.3

ISBN 978-5-7511-1967-6

© Коллектив авторов, 2011

# ВВЕДЕНИЕ

Интерес к теоретико-методологическим исследованиям вопросов устойчивого развития и рационального природопользования Западной Сибири в последнее время приобрел особую актуальность, в связи с ее особой климаторегулирующей ролью. Являясь уникальным болотным регионом, на котором расположено около 40% нетронутых болотных экосистем мира, Западно-Сибирская равнина по степени заболоченности не имеет себе равных – на отдельных ее участках болотами занято до 70–80% поверхности. На протяжении тысячелетий западносибирские болота связывали и накапливали углерод в своей толще в виде торфяных отложений (26% от накопленного углерода всеми экосистемами суши), тем самым уменьшая содержание углекислого газа в атмосфере и снижая парниковый эффект. Биосферная роль болот заключается еще и в том, что, являясь труднодоступными для человека ландшафтами, болота невольно способствуют сохранению нетронутой природы (биоразнообразия) огромных территорий.

Эффективное природопользование в таежной зоне Западно-Сибирского региона может быть достигнуто только на основе корректных, научно обоснованных знаний о важнейших природных процессах регионального уровня. Торфяные болота в регионе имеют важное природообразующее значение и во многом определяют специфику его геоэкологической обстановки и целый ряд связанных с этим проблем. При этом представляется, что болота будут оказывать мощное влияние на все природные процессы в Западно-Сибирском регионе и в будущем независимо от изменения климата, изменения техногенного воздействия человека на природную среду и т.д. Важным обстоятельством является и то, что широкое распространение торфяных болот в регионе существенно ограничивает хозяйственную деятельность и ухудшает условия жизни населения

Авторы рассматривают комплекс вопросов, связанных с особенностями природопользования в бореальных зонах Западной Сибири, в частности в лесных и нефтедобывающих районах Томской области. Отмечена актуальность совершенствования существующих оценок ресурсного потенциала территорий. Представлена методика оценки лесных ресурсов с использованием материалов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и подготовлена электронная карта «Леса Томской области», описана методика создания и ведения кадастра торфяных болот, который включает не только специализированную ведомственную информацию, но и обобщенные сведения, ориентированные на сохранение природной среды региона, ресурсного потенциала и средообразующих функций болот (утилизация углерода в отложениях торфа, среда обитания диких животных и растений, гидрологическая роль и т.д.)

Обращаясь к управленческой практике, авторы значительное внимание акцентировали на вопросах устойчивого развития региона Томской области. Рассматривая устойчивое развитие как позитивное экономическое, технологическое и социальное развитие региона при сохранении жизнеспособной среды обитания, в работе сделан акцент на необходимость разработки и реализации мер экологической безопасности. В качестве аналитического инструментария решения задач по обеспечению экологической безопасности предложены формирование иерархической системы экологического мониторинга и методы оценки уровня техногенной преобразованности и планирования социально-эколого-экономического развития территорий. Для определения комплексных антропогенных нагрузок и проведения сравнительного анализа территорий представлены и апробированы на примере Томской области различные методы ранжирования и зонирования территорий.

*Глава 1*

# ОЦЕНКА ПРИРОДНО-РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

## 1.1. Природно-климатические условия Томской области

Рельеф центральной частн Западно-Снбнрской равнины в границах Томской областн характеризуется выположенностью, равнинностью, монотонностью н заболоченностью, что связано с незначнтельным размахом амплнтуд четвертичных поднятий. Неровностн дочетвертнчного рельефа снивелнрованы эррозионно-денудацнонными процессамн в эпоху покровного оледенения. Действие ледннков проявлялось не только в ледниковой, но н в прнледниковой зоне. Возннкший во времена максимального самарского оледенения обширный подпрудный бассейи занял не только долнны палеорек, но и междуречные пространства, где накапливалнсь озерно-аллювиальные отложення, ставшие исходным материалом для формнрования современных ландшафтов

Абсолютные отметки поверхности колеблются от 40 м на северо-западе до 258 м на крайнем юго-востоке, углы наклона не превышают 1°30′. Глубнна расчленения рельефа незначнтельна, преобладают глубины местиых базисов эрознн в нитервале 5–25 м. Среднее расстоянне между соседннмн пониженнями рельефа (густота расчлененностн) колеблется в пределах от 0,5 км до 5 км. Реки нмеют незначнтельные уклоны (менее 0,1 м на км), что благоприятствует интенснвному развнтию боковой эрознн. Плоский рельеф поверхности, малые уклоны н обнлие депрессий приводят к чрезвычайно медленному отводу нзбытка влагн нз поверхностных горизонтов почв н, как следствие, к созданню обширных площадей, переувлажненных застойнымн водамн. При снльной обводненности происходнт переувлажненне грунта, накоплеине торфа, расшнренне площади существующнх болот н нх наступление на прилегающне лесные земли

Покровные породы, слагающие террнторию Томской области – аллювиального, флювногляциально-аллювнальиого, озерно-аллювнального, озерного н озерно-болотного генезнса. Эти отложення

различны по минеральному и гранулометрическому составу. Слоистость осадочных пород приводит к перераспределению внутрипочвенных вод и поверхностного стока на отдельных участках и постоянному накоплению вод на поверхности водоупорных горизонтов и в многочисленных бессточных западинах. В зависимости от чередующихся слоев эта почвенно-грунтовая влага обеспечивает различную степень и характер увлажнения

Центральная часть Западно-Сибирской равнины в силу своей значительной протяженности в широтном и меридиональном направлениях включает несколько почвенных зон и подзон с достаточно сложным почвенным покровом. На севере исследованной территории выделяется среднетаежная почвенная подзона с подзолистыми почвами, сменяющаяся южнотаежными лесами с дерново-подзолистыми, а на юго-востоке – своеобразными дерново-глеевыми почвами Южнотаежные ландшафты переходят в мелколиственно-лесные (зона подтайги) с преобладанием серых лесных почв. Характерная черта почвенного покрова рассматриваемой территории – резкая контрастность его на приречных дренированных участках и сильно заболоченных водоразделах. Эта особенность связана с различной долей участия в почвенном покрове полуболотных и болотных почв. Такая специфика почвенного покрова обусловлена слабой дренированностью территории и тяжелым механическим составом почвообразующих пород.

В общих чертах климат Томской области можно характеризовать как резко континентальный бореального типа, с холодной зимой, холодной и влажной весной и теплым летом. Средняя годовая температура воздуха отрицательная – от –0,6°С в Томске до –3,5°С на северо-востоке области. Суровая и продолжительная зима приводит к глубокому промерзанию грунтов. Глубина промерзания изменяется от 0,5–0,6 м на торфяниках до 3,5 м на песках, в среднем 1,0–2,0 м

В течение длительного времени почвы покрыты значительным слоем снега, запас воды в снеге к началу весны достигает в среднем 97–123 мм Таяние снега начинается в первой декаде апреля. Высота снежного покрова зависит от характера мезо- и микрорельефа и растительности

Годовое количество осадков на исследуемой территории составляет 400–600 мм в год, в отдельные влажные годы оно может

быть более высоким. Около 70 % осадков выпадает в теплое время года с одним максимумом в июле–августе. Осадки летом выпадают преимущественно в виде ливней. Продолжительность дождей в области колеблется от 1 до 24 ч (средняя продолжительность – от 4,7 до 7,8 ч), при средней интенсивности 0,05 до 0,16 мм/мин.

Величина испарения изменяется от 220 мм в северной тайге до 350 мм – в южной. Существенное пополнение воздушных масс влагой происходит при движении их над огромными массивами лесов, болот и лугов Западной Сибири. Преобладание осадков над испарением при недостаточной теплообеспеченности является особенностью территории области и позволяет отнести этот район к зоне избыточного увлажнения

Основной чертой климата области является его континентально-циклонический характер и неустойчивость погоды во все сезоны года.

Территория Томской области дренируется Обью и ее притоками. Здесь насчитывается 18100 рек (с притоками), общей протяженностью 94800 км, из них 1620 рек длиною свыше 10 км.

В пределах лесной зоны размещение речной сети крайне неравномерно. Обширные плоские междуречья, заятые торфяниками, совершенно лишены активной речной системы, в то время как приречные участки равнины покрыты густой сетью водотоков. В левобережье Оби густота речной сети в лесной зоне составляет от 0–0,2 до 0,4–0,6 км/км$^2$. В правобережье она несколько выше – от 0,6 до 1,7 км/км$^2$, резко снижаясь на болотах – до 0,03–0,05 км/км$^2$.

К особенностям гидрологического режима рек относятся замедленный поверхностный сток и слабый естественный дренаж грунтовых вод. Реки имеют малые продольные уклоны и малое падение (менее 0,1 м на км), отличаются значительной извилистостью русел и крайне медленным течением. Поймы рек часто заболочены. Важное значение имеет неодновременность сроков наступления весеннего половодья на крупных реках и их притоках. Паводковый период, занимающий почти все теплое время, сильно ослабляет дренирующую роль всех рек на территории Западной Сибири, превращаясь на это время скорее в фактор подтопления, чем дренирования. Ежегодные весенние разливы имеют большое противопожарное значение. Вследствие более или менее продолжительного затопления и переувлажнения грунтов после спада воды исключа-

ются весенние пожары. Влияние этого фактора сказывается также косвенно - через появление почти во всех ярусах леса и, в особенности, в напочвенном покрове влаголюбивых видов, значительная часть которых представлена огнестойкими растениями. Замедленное снеготаяние, также препятствующее появлению ранних весенних пожаров, связано, по-видимому, с большим накоплением снега в ложбинах.

На формирование стока рек лесной зоны заметное влияние оказывают большие скопления озер. Их образование и существование связаны с затрудненным поверхностным стоком, большим количеством осадков и малой испаряемостью, близким залеганием к поверхности водоупорных горизонтов, в том числе многолетнемерзлых толщ. Существование озер тесно связано с развитием болот.

Растительный покров таежной зоны Западной Сибири представлен преимущественно лесами и болотами. Другие типы биогеоценозов – луговые и кустарниковые – занимают незначительную площадь и представляют собой переходные системы, которые по мере развития речных долин эволюционируют в лесные или болотные.

Зональными для территории средней тайги являются растительные сообщества темнохвойных и смешанных среднетаежных лесов. В основном это кедровые (пихтово-кедровые, елово-пихтово-кедровые и чистые кедровые), нередко заболоченные леса. В настоящее время коренных лесов сохранилось сравнительно немного, и располагаются они разобщенными массивами среди производных (темнохвойно-мелколиственных со вторым ярусом из кедра, ели и пихты), также часто заболоченных лесных сообществ. В напочвенном покрове лесов доминируют бореальные кустарнички (брусника, багульник, линнея, черника) и виды таежного мелкотравья (майник, седмичник, плауны, хвощ лесной, осочки) с широким участием зеленых мхов. При переходе к подзоне южной тайги, которая является областью экологического оптимума темнохвойных пород, главным образом пихты и ели, становится характерным преобладание коренных и восстанавливающихся лесов с господством пихты (кедрово-пихтовых, елово-пихтовых и пихтовых), преимущественно мелкотравных и осочковых.

В современный период леса находятся на различных стадиях восстановительной сукцессии, которая вызвана пожарами, особен-

но частыми в начале XX века Сукцессия проходит по характерному для Западно-Сибирской равнины типу «чередования пород». на месте коренной темнохвойной тайги возникают производные леса из березы и осины. Наиболее широко на исследуемой территории распространены полидоминантные темнохвойные леса (елово-кедровые, елово-пихтово-кедровые, мелколиственно-темнохвойные) с мелкотравно-зеленомошным напочвенным покровом, которые приурочены к плакорным местообитаниям.

Лесообразователями западносибирских лесов являются кедр, пихта и ель. В большинстве случаев они создают полидоминантные древостои с участием всех трех пород. При этом кедр – наиболее типичный эдификатор в темнохвойных сообществах средней тайги, а пихта – южной тайги. В составе темнохвойных лесов наряду с темнохвойными породами наблюдается примесь мелколиственных и светлохвойных пород. В целом, полидоминантность – обязательная черта почти всех лесных сообществ западносибирской тайги.

Леса покрывают лишь наиболее дренируемые реками части водоразделов, образуя постепенные переходы от мезофитных местообитаний к торфяно-болотным. На приречных склонах преобладают высокобонитетные леса, а на водораздельных пространствах - в разной степени заболоченные и болотные леса. Переходные полосы от автоморфных местообитаний к болотам имеют различную ширину, однако однотипная закономерность в смене растительности сохраняется.

Болота - один из основных компонентов ландшафта Западно-Сибирской равнины, в значительной степени определяющий общую географическую среду и непосредственно влияющий на соседние лесные пространства.

Преобладающим типом болот здесь являются верховые комплексные олиготрофные торфяники на выположенных водоразделах, наиболее приподнятая центральная часть которых обычно представляет собой грядово-озерковый или грядово-мочажинный комплекс. Значительные площади олиготрофных болотных массивов и их систем занимают выпуклые сосново-кустарничково-сфагновые (багульник, подбел, кассандра, клюква, сфагнум) болота (рямы). Торфяные залежи верховых болот достигают в среднем глубины 3–4 (до 7) метров. Подчиненное положение занимают низинные лесные болота (согры) и переходные сфагновые и осоково-

сфагновые болота в заторфованных долинах современных и древних речных систем.

Различия в геоморфологическом строении и расчлененности равнины определили неравномерное распределение торфяных болот по ее территории. Степень заболоченности в среднем составляет 38%, достигая местами 90% и более. Неравномерно распределяются болота и в пределах междуречий – с удалением от речных долин степень заболоченности увеличивается от 10–20% до 60–70%, центральная часть водоразделов почти сплошь заболочена.

По геоморфологическим условиям на территории Томской области выделяют торфяные месторождения водораздельных равнин, террас и пойм. На водоразделах господствуют олиготрофные сфагновые болота. Евтрофные болота встречаются преимущественно в поймах и на низких террасах. Мезотрофные болота играют подчиненную роль, занимая значительные площади в правобережье Оби в пределах Кеть-Тымского и Кеть-Чулымского междуречий.

## 1.2. Водные ресурсы Томской области

Томская область имеет значительные запасы поверхностных и подземных вод, она расположена в бассейне среднего течения р. Обь. Поверхностные водоемы (реки и озера) области пресные в основном естественного происхождения, занимают около 2,5% всей площади. В области насчитывается 18100 больших, средних и малых рек, общая протяженность которых составляет около 95 тыс. км, а также около 112,9 тыс. озер. На территории области разведано 30 месторождений пресных подземных вод и 1 – минеральных. На рис. 1 представлена схема речной сети Томской области.

Основной водной артерией является р. Обь, имеющая на территории области протяжение 1169 км. Главными притоками Оби являются реки Томь, Чулым, Парабель, Васюган, Тым и др. В области насчитывается свыше 80 рек длиною более 100 км. Годовые расходы воды представлены в табл. 1.

Рис. 1. Схема речной сети Томской области[1]

*Таблица 1*

**Годовые расходы воды по основным рекам Томской области, м³/сек**

| Река | Пункт наблюдения | Годовые расходы | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Наименьший | Средний | Наибольший |
| Обь | Колпашево | 3060 | 4220 | 5640 |
| Томь | Томск | 683 | 1120 | 1550 |
| Чулым | Коммунарка | 461 | 776 | 1080 |
| Кеть | Максимкин Яр | 164 | 227 | 312 |
| Парабель | Соиспаева | 52 | 75 | 106 |
| Васюган | Васюганское | 88 | 155 | 227 |
| Тым | Напас | 133 | 177 | 248 |

Реки отличаются большой извилистостью, малым падением, незначительными уклонами, медленным течением. Большинство рек берут начало из болот. Медленное таяние снега в лесах, обилие болот делают реки полноводными в течение длительного времени, весеннее половодье растягивается более чем на 2 месяца. Высокий уровень рек поддерживается и обильными дождями. Питание рек смешанное, основными источниками являются снеговые, грунто-

[1] Источник: ОГУ «Облкомприрода»

вые и дождевые воды. Объем местного стока оценивается водохозяйственными органами в 72 км$^3$/год, а общее количество водных ресурсов 185 км$^3$/год.

Озера расположены в основном в поймах крупных рек. Количество их возрастает к северу, по мере увеличения степени увлажнения территории. Пруды немногочисленны.

Ресурсы пресных вод составляют 98% от общей суммы подземных вод, на долю подземных вод с минерализацией – 13 г/дм$^3$ соответственно приходится 2%. Наиболее широко используется для хозяйственно-питьевого водоснабжения водоносный комплекс палеогеновых отложений, на который приходится большее число разведанных месторождений. Утвержденные эксплуатационные запасы подземных вод составляют 1028,14 м$^3$/сут. На рис. 2. представлена карта-схема запасов подземных вод Томской области.

Рис. 2. Карта-схема запасов подземных вод Томской области[1]

Общее количество прогнозных эксплуатационных ресурсов подземных вод по Томской области в палеогеновом водоносном комплексе и обводненной зоне трещиноватости палеозойских пород, по данным ОАО «Томскгеомониторинг», составляет 38,7 млн м$^3$/сут, из них надежно защищены с поверхности

[1] Источник: данные ОАО «Томскгеомониторинг».

31,5 млн м$^3$/сут при потребности населения в питьевой воде на перспективу 0,33 млн м$^3$/сут

В Томской области установлены многочисленные проявления минеральных подземных вод. Балансовые запасы составляют 1755 тыс. м$^3$. Среди минеральных подземных вод типа йодобромных, бромных, железистых, кремнистых, горячих (или холодных), метановых, азотно-метановых имеются аналоги таких известных вод, как «Мацеста», «Евпатория», «Нальчик», «Озеро Карачи» и другие.

В нефтегазоносных провинциях Томской области наряду с открытием минеральных вод имеются перспективы на поиски и разведку гидроминерального сырья – подземных вод, содержащих в промышленных концентрациях йод, бром, литий, рубидий, строиций, калий и др.

Текущая потребность хозяйственно-питьевых вод на ближайшие 5–10 лет (до 2010 г.) не превышает 500 тыс. м$^3$/сут, что составляет не более 50% от утвержденных эксплуатационных запасов, или 1% от суммарных прогнозных эксплуатационных ресурсов подземных вод только палеогенового водоносного комплекса и обводненной зоны трещиноватости палеозойских пород. С учетом прироста запасов и отсутствием перспектив резкого увеличения водопотребления в ближайшие годы ресурсы могут быть оценены как неистощимые в течение ближайших 50 лет. Их использование носит устойчивый характер. Возможно качественное истощение водных ресурсов на локальных территориях за счет их загрязнения промышленными и хозбытовыми сточными водами.

В целом по области потребление водных ресурсов носит неистощительный характер. Однако возможно возникновение локальных проблем, в связи с чем необходимо организовать мониторинговую оценку истощимости водных ресурсов по административным районам, городам и сельским поселениям. Кроме того, следует обратить внимание на качественное истощение вод – поверхностных и подземных – на локальных территориях в результате их загрязнения в процессе хозяйственной деятельности. Это требует проведения соответствующих исследований с целью выражения такого истощения в количественных показателях

## 1.3. Древесные ресурсы Томской области

Основной природный потенциал Томской области образуют леса. Лесопокрытая площадь достигает 61% (общий запас древесины 2760 млн м$^3$), что позволяет считать эту составную часть сибирского лесного массива «легкими» Евроазиатского материка

По материалам учета на 01.01.2010 года, общая площадь лесного фонда в Томской области составляет 28604,2 тыс. га, или 91 % территории области Площадь, покрытая лесом, – 19249,4 тыс. га (67,3%), из них искусственные насаждения – 0,7%. Не покрытые лесом земли занимают 0,8% площади лесного фонда[1] Несомкнувшиеся лесные культуры и питомники составляют менее 0,1 % площади лесного фонда. Нелесные земли занимают 31,9% площади лесного фонда[2]. В среднем по области лесистость составляет 58,2%. В Томской области леса по целевому назначению разделены на защитные и эксплуатационные, резервные леса не выделены Эксплуатационные леса занимают 26902,1 тыс. га, или 94% площади лесного фонда. Защитные леса занимают 1702,1 тыс. га, что составляет 6% площади лесного фонда.

Хвойные насаждения составляют 53,7 % покрытой лесом площади[3] Общий запас древесины составляет 2820,8 млн м$^3$, в том числе хвойной – 1616,0 млн м$^3$. Годичный прирост древесины равен 32,4 млн м$^3$ или в пересчете на один гектар 1,7 м$^3$ Средний запас древесины определяется в 152 м$^3$/га, в хвойных насаждениях 156 м$^3$/га.

Леса прочих лесофондодержателей (леса обороны, городские леса, леса на землях сельхозназначения) занимают незначительную площадь и составляют 6 % от площади лесов Томской области.

В соответствии со спецификой климатических условий и структурой лесного фонда, приказом Министерства природных ресурсов Российской Федерации «Об утверждении перечня лесорастительных зон и лесных районов Российской Федерации» от 28.03.2007 № 68 территория Томской области отнесена к двум лесным районам Западно-Сибирский равнинный таежный и Западно-Си-

---

[1] Гари и погибшие насаждения 0,3%, вырубки – 0,2%, редины, пустыри и прогалины – 0,3%

[2] Болота – 30,2 %, реки и озера 1%, пески и овраги – 0,3%, пашни, сенокосы и пастбища – 0,2%, дороги, просеки и усадьбы – 0,2%

[3] Сосна – 29,1 %, кедр 18,9 %, ель и пихта- 5,7%

бирский подтаежно-лесостепной. Лесные районы различаются по площади, породному составу и продуктивности лесов, интенсивности их освоения.

Общая площадь Западно-Сибирского равнинного таежного лесного района на территории Томской области составляет 27712,3 тыс. га, из которых защитные леса занимают – 5,7 %, эксплуатационные – 94,3 % площади. Площадь Западно-Сибирского подтаежно-лесостепного лесного района составляет 891,9 тыс. га, из которых 14,9 % представляют защитные леса и 85,1 % – эксплуатационные.

В пределах равнинного таежного лесного района расположено 16 лесничеств и 53 участковых лесничества. Средняя площадь лесничества 1732 тыс. га и участкового лесничества – 522,9 тыс га. На территории подтаежно-лесостепного района в пределах Томской области расположено 5 лесничеств и 16 участковых лесничеств. Средняя площадь лесничества – 178,4 тыс. га, участкового лесничества – 55,7 тыс. га.

Хвойные насаждения занимают 53,7 %[1] покрытой лесом площади, мягколиственные – 46,3 %. Средний возраст древостоев основных лесообразующих пород больше половины возраста рубок, что показывает наличие в области лесных насаждений, перспективных для лесопромышленного освоения. Сосновые леса произрастают на площади 5610,1 тыс га[2], занимая 29,1 % покрытой лесом площади. Общий запас сосновых лесов определен в 661,23 млн м$^3$. Максимальная продуктивность (320–360 м$^3$/га) отмечена в приобских сосновых борах на территории Тимирязевского, Молчановского и Колпашевского лесничеств. Средняя продуктивность 118 м$^3$/га, что ниже продуктивности других хвойных. Это объясняется тем, что 13,5 % сосновых лесов представлено молодняками I и II классов возраста, а 24,4 % произрастает на заболоченных землях, где формируют низкополнотные и низкопродуктивные насаждения V и Va классов бонитета.

---

[1] Преобладание хвойных насаждений наблюдается в Александровском, Верхнекетском, Каргасокском, Колпашевском, Молчановском, Парабельском и Улу-Юльском лесничествах.

[2] Из общей площади сосновых лесов 13,5 % представлено молодняками, 17,9 % – средневозрастными насаждениями 12% – приспевающими и 56,6 % – спелыми и перестойными.

Эксплуатационные леса Томской области занимают 26902,1 тыс. га. Общий эксплуатационный запас древесины в спелых и перестойных лесах составляет 1542,3 млн м$^3$, в том числе хвойной – 639,2 млн м$^3$, мягколиственной – 903,1 млн м$^3$. В целом по области наибольшее количество хвойной древесины сосредоточено в спелых и перестойных сосновых лесах (404,7 млн м$^3$), мягколиственной – в березовых (669,7 млн м$^3$). Средний объем хлыста в эксплуатационных лесах составляет 0,38 м$^3$.

Кедровые насаждения преобладают на 3645,8 тыс. га (18,9 % покрытой лесом площади)[1]. Современная структура кедровых лесов сформировалась под влиянием лесных пожаров, инвазий вредителей леса и промышленных рубок, затронувших в разные годы большую часть формации. В процессе активного хозяйственного освоения территории значительные площади темнохвойно-кедровых лесов сменились лиственными породами. В настоящее время повсеместно наблюдается активное восстановление коренных древостоев. Средняя продуктивность кедровых древостоев 209 м$^3$/га, в равнинном таежном районе она составляет 217 м$^3$/га и в подтаежно-лесостепном - 193 м$^3$/га. В кедровых лесах сосредоточено 46,5 % от запаса хвойной древесины и 26,5 % от общих запасов древесины. Запас спелых насаждений определяется в 291 м$^3$/га.

Пихтовые леса в области произрастают на 588 тыс. га, что составляет 3,1 % покрытой лесом площади[2]. Все пихтовые леса, со средней продуктивностью 193 м$^3$/га, составляют около 4 % запасов древесины. По мере продвижения на север распространение пихты снижается. Еловые леса встречаются небольшими участками по долинам и берегам таежных речек и ручьев на всей территории области. Занимают 488,9 тыс. га, или 2,6 % лесопокрытой площади[3]. Общий запас древесины равен 79,67 млн м$^3$, средняя продуктивность 163 м$^3$/га.

Насаждения сибирской лиственницы присутствуют небольшими участками в северных районах области на общей площади 7,7 тыс. га. Лиственница здесь встречается в качестве приме-

---

[1] Кедровые молодняки составляют 7,1 %, средневозрастные насаждения 39 %, приспевающие – 37,6 % и спелые (при расчетной спелости 241 год) – 16,2 %.

[2] Пихтовые молодняки составляют 17 % площади пихтовых лесов, средневозрастные насаждения 14,2 %, приспевающие – 16,4 %, спелые и перестойные – 52,4%.

[3] Молодняки составляют 13,1 % площади, средневозрастные – 18,7 %, приспевающие – 17 %, спелые и перестойные – 51,2 %.

си в сосновых и лиственных лесах, но редко формируются насаждения с преобладанием лиственницы из-за большого светолюбия вида Промышленного значения насаждения лиственницы в области не имеют

Березовые леса, занимая 36,4 % покрытых лесом площадей (7001,9 тыс. га)[1], являются наиболее крупной лесной формацией. Сплошные концентрированные рубки и лесные пожары, а также вспышки массового размножения сибирского шелкопряда способствовали расширению их площадей. Запасы древесины березовых лесов составляют 879,88 млн $м^3$, при средней продуктивности 126 $м^3$/га. Максимальная продуктивность отмечена в березняках разнотравных и мелкотравно-зеленомошных, где в возрасте 60–70 лет она составляет 240-260 $м^3$/га.

Под пологом практически всех производных березняков, не затронутых более 10 лет лесными пожарами, при наличии источников семян, идет успешное возобновление темнохвойными породами Такие насаждения представляют собой потенциальные темнохвойные насаждения, что учитывается при организации рубок и ведении хозяйства в березовых лесах.

Осиновые насаждения занимают 9,7 % покрытой лесом площади (11,3 % общих запасов). После пожаров и сплошных рубок темнохвойных лесов осина занимает понижения с сырыми и влажными суглинистыми почвами. Осина более требовательна к почвенным и климатическим условиям и характеризуется большей, чем у березы, средней продуктивностью – 179 $м^3$/га[2]. На вырубках темнохвойных лесов поселившаяся осина сменяется темнохвойными породами через 120–140 лет.

Другие лиственные породы (тополь, древовидные ивы), занимая 0,2 % покрытой лесом площади, встречаются небольшими участками в поймах и на островах крупных рек, выполняют водоохранные и берегозащитные функции.

К защитным лесам, согласно ст. 102 Лесного кодекса Российской Федерации, отнесены:

1. Леса, расположенные в водоохранных зонах.

---

[1] Молодняки занимают 10,4 %, средневозрастные – 19,2 %, приспевающие - 5 %, спелые и перестойные – 65,3%, в том числе перестойные 39,6 % площади березовых лесов.

[2] Молодняки составляют 15,6 %, средневозрастные насаждения – 13,1 %, приспевающие – 6,6 %, спелые и перестойные - 64,7 %

2. Леса, выполняющие функции защиты природных и иных объектов: защитные полосы лесов, расположенные вдоль железнодорожных путей общего пользования, федеральных автомобильных дорог общего пользования, автомобильных дорог общего пользования, находящихся в собственности Томской области (66,7 тыс. га); зеленые зоны (80,6 тыс. га).

3. Ценные леса: леса, имеющие научное или историческое значение; орехово-промысловые зоны; запретные полосы лесов, расположенные вдоль водных объектов (782,5 тыс. га); запретные полосы лесов, защищающие нерестилища ценных пород рыб (345,7 тыс. га) Объемы и виды использования лесов представлены в табл. 2.

*Таблица 2*

**Объемы и виды использования лесов**

| Вид использования лесов | Ед изм | Объем использования лесов |
|---|---|---|
| Заготовка древесины всего | тыс м³ | 2 829 44 |
| в том числе по хозяйствам хвойное | тыс м | 1 442,83 |
| – мягколиственное | тыс м³ | 1 386,61 |
| из всего – общий объем заготовки древесины арендаторами | тыс м³ | 1 336,10 |
| в том числе по хозяйствам - хвойное | тыс м³ | 631,49 |
| – мягколиственное | тыс м³ | 704 61 |
| из всего – общий объем заготовки древесины по договорам купли продажи лесных насаждений | тыс м³ | 1 493,10 |
| в том числе по хозяйствам хвойное | тыс м³ | 811,10 |
| мягколиственное | тыс м³ | 682 00 |
| Заготовка пищевых лесных ресурсов и сбор лекарственных растений | га | 13 159,50 |
| Ведение охотничьего хозяйства и осуществление охоты | га | 47 499,15 |
| Ведение сельского хозяйства | га | 7,80 |
| Осуществление научно- исследовательской деятельности, образовательной деятельности | га | 0,30 |
| Осуществление рекреационной деятельности | га | 20,71 |
| Создание лесных плантаций и их эксплуатация | га | 13 67 |
| Выполнение работ по геологическому изучению недр, разработка месторождений полезных ископаемых | га | 12 703,77 |
| Строительство и эксплуатация водохранилищ, иных искусственных водных объектов, а также гидротехнических сооружений, специализированных портов | га | 28,90 |
| Строительство, реконструкция, эксплуатация линий электропередачи, линий связи, дорог, трубопроводов и других линейных объектов | га | 4 698,74 |
| Переработка древесины и иных лесных ресурсов | га | 88,80 |

В целом по Томской области потребление древесины носит неистощительный характер: показатели потоков использоваиия значительно ниже объемов устойчивого прироста. Поэтому в целом по области речь может скорее идти о проблемах, связанных с недоиспользованием расчетной лесосеки, так как добыча древесины падает, и ее уровень значительно ниже устойчивого прироста[1].

Использование расчетной лесосеки по рубкам главиого пользования составляет порядка 5,7 %. Проблема использования лесосырьевых ресурсов связана с тем, что лишь 55 % площади лесов области представляют интерес для эксплуатации. Леса значительно истощены в результате интенсивного использования в течение последнего пятндесятилетия Освоение расчетной лесосеки в среднем составляет 6,0 %. Использование расчетной лесосеки по хвойному хозяйству составляет 12 %. Заготавливаются наиболее ценные хвойные породы, при значительном накопленин малоценных перестойных насаждений лиственных пород, что приводит к снижению ценности лесного фонда в целом.

Территориальное нспользование расчетной лесосеки остается неравномерным, при этом в южных районах оно доходит до 35 %, без учета нелегальных заготовок. Вследствие этого происходит их локальное истощение на территориях с интенсивной промышленной заготовкой древесины[2].

*Таблица 3*

**Лесные пожары[3]**

| Годы | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|---|---|---|---|---|---|
| Число лесных пожаров | 503 | 278 | 346 | 67 | 149 |
| Лесная площадь, пройденная пожарами, тыс. га | 24 6 | 3.1 | 27.7 | 4.5 | 2.1 |
| Сгорело и повреждено леса на корню тыс. м[3] | 870 4 | 168 6 | 466.5 | 7 7 | 4 1 |

[1] По данным мониторинга, в 2007 году произошло уменьшение площади молодняков как лиственных, так и хвойных пород, в связи с резким сокращением площади рубок главного пользования В результате этого сохраняется тенденция накопления спелых и перестойных насаждений Возрастная структура лесов изменилась несущественно, в основном за счет естественных процессов возобновления хвойных насаждений через смену пород

[2] Особенно это относится к хвойным породам, расчетная лесосека по которым используется в среднем по области на 12 %, в в Томском районе практически на 50% (с учетом нелегальной заготовки).

[3] Источник данные Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Томской области

Одиой из причин истощения лесных ресурсов на локальных территориях являются лесные пожары (табл. 3). Пожарами повреждено 7,9 тыс. м$^3$ древесины. Затраты на тушение пожаров составили 3388,8 тыс. руб.

В целом по области проблема заключается в недоиспользовании расчетной лесосеки. В то же время в последние годы увеличились объемы нелегальных заготовок древесины местным населением и предприятиями, особенно в местах с транспортной доступностью. В связи с этим необходимо усилить контроль за использованием лесов и уточнить объемы нелегальных заготовок, чтобы обеспечить сохранение лесов, являющихся основой выживания населения

## 1.4. Минерально-сырьевые и топливно-энергетические ресурсы Томской области

Область располагает богатой природно-ресурсной базой Прежде всего, это углеводородное сырье – нефть, газ и конденсат. Кроме того, на ее территории находятся залежи титана, циркония[1], бокситов, золота, керамзитового сырья, торфа, железа и др. Неметаллические полезные ископаемые на территории области представлены каолином, стекольными песками, формовочными материалами, тугоплавкими глинами и минеральными красками. Ресурсы железных руд Западно-Сибирского железорудного бассейна составляют, по разным данным, 90–95 млрд т.

Минерально-сырьевые ресурсы Томской области являются базой для развития таких отраслей экономики, как нефтегазовая[2], нефтехимическая и газохимическая промышленность, геологоразведочное производство, строительная индустрия, энергетика, сельское хозяйство

Углеводородное сырье является одним из главных сырьевых ресурсов Томской области (табл. 4). Запасы нефти, по данным Тер-

[1] Циркоио-ильменитовое месторождение является одним из крупнейших в мире Запасы титан-циркониевых россыпей исчисляются в 166393 тыс м$^3$

[2] Основными нефтегазодобывающими компаниями являются ОАО «Томскнефть», ЗАО «Томск-Петролеум-унд-Газ» и ОАО «Томскгазпром», ЗАО «Арчинское» ОАО «Восточная транснациональная компания», ООО «Альянснефтегаз»

риториального агентства по недропользованию по Томской области, составляют 269 млн т, газа – 276,5 млрд м[1].

*Таблица 4*

**Динамика текущих запасов углеводородов в Томской области на начало года[2]**

| Углеводородное сырье | 2005 г | | 2006 г | | 2007 г | | 2008 г. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $A+B+C_1$ | $C_2$ | $A+B+C_1$ | $C_2$ | $A+B+C_1$ | $C_2$ | $A+B+C_1$ | $C_2$ |
| Нефть | 277,1 | 132,6 | 284,9 | 135,8 | 287,5 | 141,4 | 306,144 | 162,88 |
| Растворенный газ | 17,4 | 7,9 | 15,4 | 7,9 | 17,2 | 8,2 | 23,615 | 18,187 |
| Свободный газ | 282,7 | 27,6 | 273,3 | 27,7 | 269,9 | 28 | 252,635 | 38,746 |
| Конденсат | 34,3 | 3,2 | 33,4 | 3,2 | 33,0 | 3,2 | 29,734 | 5,351 |

Нефтегазодобывающими предприятиями области добывается 3,5% объема нефти России, 0,8% газа (табл. 5). Потоки углеводородного сырья ориентированы в основном с севера на юг и направляются по трубопроводам главным образом за пределы области.

*Таблица 5*

**Динамика потоков углеводородного сырья Томской области**

| Годы | 2004 г | 2005 г | 2006 г | 2007 г | 2008 г |
|---|---|---|---|---|---|
| Добыча нефти (млн т) | 15,5 | 11,2 | 9,9 | 10,0 | 10,1 |
| Добыча конденсата (млн т) | 0,64 | 0,59 | 0,54 | 0,29 | 0,49 |
| Добыча свободного газа | 4,08 | 4,97 | 4,49 | 4,45 | 4,36 |

Одним из перспективных направлений наращивания минерально-сырьевой базы углеводородного сырья является освоение новых территорий, неисследованных нефтегазоносных комплексов и выявление нетрадиционных ловушек нефти и газа, где ожидается открытие крупных и средних месторождений углеводородов.

По оценкам департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области, разрабатываемые месторождения

---

[1] По состоянию на 01.01.2010 г. в области открыто 120 месторождений углеводородов, в том числе 92 – нефтяных, 19 – нефтегазоконденсатных и 9 - газоконденсатных. В области открыто 113 месторождений углеводородов, в том числе 88 - нефтяных, 15 - нефтегазоконденсатных и 10 – газоконденсатных.

[2] По данным Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области.

углеводородов уже имеют достаточную выработанность и обводнённость, значительная часть запасов отнесена к разведываемым, которые являются в большинстве своем мелкими скоплениями, которые вводить в разработку ие рентабельно. Если не производить доразведку не подготовленных к добыче месторождений и не укрупнять их запасы, то через 10–15 лет неизбежно резкое падение добычи углеводородов. Слабое финансирование геолого-разведочных работ пока не обеспечивает прирост запасов углеводородного сырья, компенсирующего его добычу. Геологическое изучение территории идет слишком медленными темпами Дальнейший рост добычи нефти не обеспечен запасами на ближайшую перспективу.

Для обеспечения развития Томской области за счет углеводородных ресурсов необходимо увеличить или хотя бы сохранить достигнутые уровни добычи нефти и газа, что требует расширенного воспроизводства минерально-сырьевой базы, открытия новых месторождений.

В рамках сценария перехода к устойчивому развитию экономически целесообразно уменьшить в структуре экспорта долю невозобновимых природных ресурсов. Для более рационального использования углеводородного сырья необходимо увеличение переработки нефти на месте. Так, при ежегодной добыче около 10 млн т нефти продукция переработки составляет 450–500 тыс. т (табл. 6).

*Таблица 6*

**Производство важнейших видов нефтепродуктов**

| | 2000 г | 2001 г | 2002 г. | 2003 г | 2004 г | 2005 г | 2006 г. | 2007 г | 2008 г |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Первичная переработка нефти, тыс т | 303,6 | 435,0 | 321,0 | 346,0 | 350,4 | 362,3 | 335,0 | 387,5 | 391,3 |
| Бензин автомобильный, тыс. т | 16,0 | 38,0 | 35,2 | 35,6 | 36,4 | 38,1 | 42,3 | 57,5 | 37,6 |
| Дизельное топливо, тыс т | 95,3 | 102,8 | 101,3 | 105,4 | 111,3 | 112,2 | 106,5 | 118,0 | 112,7 |
| Мазут топочный, тыс т | 4,4 | 9,8 | 11,6 | 19,8 | 25,6 | 22,5 | 15,8 | 12,6 | 26,2 |
| Всего | 419,3 | 585,6 | 469,1 | 506,8 | 523,7 | 535,1 | 499,6 | 575,6 | 567,8 |

*Таблица 7*

**Динамика запасов общераспространенных полезных ископаемых, на начало года**[1]

| Полезные ископаемые | Количество месторождений | Из них в эксплуатации | Балансовые запасы A+B+C$_1$ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 2003 г. | 2004 г * | 2005 г.* | 2006 г. | 2007 г | 2008 г. |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Неметаллические полезные ископаемые | | | | | | | | |
| Тугоплавкие глины, тыс. т | 7 | 3 | 24656 | 26004 | 25895 | 25775 | 25510 | 25510 |
| Минеральные краски, тыс. т | 1 | | | | | 22 (забалансовые) | 22 | 22 |
| Каолин, тыс т | 3 | | 56430 | 65798 | 65798 | 65 760 | 65747 | 65747 |
| Мел пресноводный, тыс т | 2 | | 1066 | 1066 | 1066 | 1 066 | 1066 | 1066 |
| Стекольные пески, тыс т | 4 | | 179167 | 234746 | 234746 | 234 605 | 234556 | 234556 |
| Пески формовочные, тыс т | 2 | | 1671 | 1671 | 1671 | 1671 | 1671 | 1671 |

[1] Источник данные Администрации Томской области.

*Продолжение табл. 7*

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Твердые полезные ископаемые** | | | | | | | | |
| Комплексные титан-циркониевые россыпи, тыс. м³ | 2 | 1 | 166393 | 166393 | 166393 | 166283 | 166271 | 166248 |
| **Строительные материалы** | | | | | | | | |
| Песчано-гравийная смесь, тыс. м³ | 22 | 5 | 348194 | 346193 | 414938 | 415 826 | 413365 | |
| Пески, тыс. м³ | 13 | 4 | 86308 | 82789 | 82732 | 93 744 | 93357 | |
| Камень строительный, тыс. м³ | 3 | | 24 095 | 24 095 | 24 095 | 24 095 | 46532 | |
| Известняк, тыс. т | 2 | 2 | 80331 | 79996 | 79824 | 79 654 | 79552 | |
| Глина, тыс. м³ | 39 | 5 | 55276 | 56540 | 55857 | 57 038 | 57010 | |
| Керамзит, тыс. м³ | 7 | | 14640 | 14640 | 14640 | 14640 | 14640 | |

В недрах Томской области сосредоточено свыше 57% ресурсов железа Российской Федерации[1] Приоритетными для освоения твердых полезных ископаемых области являются цирконтитановые россыпи, количество разведанных месторождений неметаллических полезных ископаемых составляет 98, из которых 29 эксплуатируется (табл 7).

По запасам торфа (32 млрд т) Томская область занимает второе место в РФ после Тюменской области. На её территории выявлено и учтено 1616 торфяных месторождений.

[1] 18 % циркония, 9 % титана, 6 % алюминия, 5 % бурого угля, 4 % цинка, а также крупные ресурсы подземных вод

Динамика добычи полезных ископаемых Томской области представлена в табл. 8.

*Таблица 8*

Динамика добычи полезных ископаемых в Томской области[1]

| Годы | 2003 г. | 2004 г. | 2005 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2008 г. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Неметаллические полезные ископаемые | | | | | | |
| Тугоплавкие глины, тыс. т | 81 | 106 | 116 | 116 | 137 | 86 |
| Каолин, тыс. т | | | | | 7 | 12 |
| Стекольные пески, тыс. т | | | 5 | | 29 | 42 |
| Твердые полезные ископаемые | | | | | | |
| Комплексные титан-циркониевые россыпи, тыс. м$^3$ | | | 3,8 | 3,8 | 21,8 | |
| Строительные материалы | | | | | | |
| Песчано-гравийная смесь, тыс. м$^3$ | 867 | 940 | 1019 | 1253 | 1334 | 1 485,4 |
| Пески, тыс. м$^3$ | 80 | 55 | 60 | 468,7 | 755 | 1 265,1 |
| Известняк, тыс. т | 334 | 165 | 162 | 97,2 | 89 | 112,4 |
| Глина, тыс. м | 268 | 264 | 361 | 424 | 443 | 433,1 |
| Грунты строительные, тыс. т | | | 1170 | 2907 | 6243,2 | 7 331,4 |
| Торф, т | | | | | 25 | 25 |
| Сапропель, т | | | | | 1021 | 24371 |

В последние годы в Томской области началось освоение ресурсов сапропелей[2]. Применение озерных отложений в качестве лечебных грязей и добавок в корм животных обусловлено наличием в них биологически активных органических веществ (углеводов, витаминов, липидов, гуминовых веществ). Минерально-сырьевая база позволяет удовлетворять потребности области. Средний срок фактической эксплуатации месторождений полезных ископаемых Томской области составляет 25–30 лет

[1] По данным департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области

[2] По данным ОГУ «Облкомприрода», на стадии предварительной разведки грязевых месторождений в районе п. Чажемто (Колпашевский район) выделены озёра Тёмное и Круглое с запасами лечебных сапропелей, достаточных для организации грязелечения с потребностью 500 м$^3$ в год. В настоящее время сапропели озера Карасёвое используются в лечебной практике санатория «Чажемто» и пансионата «Источник» Колпашевского района. В Томском районе перспективным для курортного освоения выделено озеро Кирек (в 65 км к юго-западу от г. Томска), которое является реальной базой для строительства санаторно-курортного комплекса и снабжения лечебно-профилактических учреждений области и г. Томска высококачественными сапропелевыми грязями. Геологические запасы озерных сапропелей 2,2 млн м$^3$. С учетом балансовых запасов обеспеченность лечебными кондиционными грязями при коэффициенте 0,5 составляет 1 млн м$^3$. Сапропели озера Кирек обладают высокой бальнеологической ценностью и биологической активностью

## 1.5. Особо охраняемые природные территории и рекреационные ресурсы

Уникальность и красота природы Томской области сберегается через сеть особо охраняемых природных территорий (ООПТ). Сеть ООПТ формировалась в течение более чем 40 лет и в настоящее время включает 291 ООПТ различных категорий, общая площадь которых составляет 3,3 % территории области – 1093,4 тыс. га. ООПТ полностью или частично исключены из хозяйственного использования, на них установлен особый режим охраны[1].

Область является одной из особо привлекательных территорий для развития всех видов туризма, прежде всего внутреннего и въездного, у нее имеется уникальный природный потенциал. Рекреационное использование лесов области может составить достаточно серьезную конкуренцию традиционному лесопользованию.

В Томской области выделяются 3 основных направления туризма.

1. Туризм, сопряженный со сбором недревесных ресурсов леса (грибов и ягод)[2].

2. Водный туризм. Обилие рек и озер в Томской области позволяет организовать разнообразные водные путешествия[3].

3. Охотничьи и рыболовные туры: спортивная рыбалка и охота, наблюдательные экологические туры.

Во всем мире активно развивается экологический туризм, который неразрывно связан с историей выделения природных территорий, особо привлекательных с эстетической и рекреационной точки зрения. Дополнительно для развития экологического туризма используется потенциал особо охраняемых природных территорий

---

[1] Современная сеть ООПТ Томской области, по данным ОГУ «Облкомприрода», включает 17 государственных природных заказников, 160 памятников природы, Сибирский ботанический сад; 2 ООПТ рекреационного назначения областного значения, 111 ООПТ местного значения

[2] На территории области расположено значительное количество ценных ягодников – брусника, черника, голубика, клюква, морошка, земляника, малина. В лесах обилие и разнообразие грибов: белые, грузди, опята, лисички и т.д.

[3] Река Обь - самая протяжённая река в России, третья по водоносности после Енисея и Лены. Это одна из достопримечательностей области. Путешествие, сплав – один из ярких и увлекательных туристских маршрутов

Основа развития экотуризма в Томской области – 160 памятников природы области – это самые разнообразные объекты природы, например, в их числе: обнажения горных пород, участки реликтовых видов древесных пород, родники, месторождения лечебных грязей, источники минеральной воды, живописные уголки природы и др. Многие из охраняемых природных объектов стали популярными и посещаемыми туристами.

Геологические памятники природы – живописные скалы, геологические обнажения и другие образования, раскрывающие историческое прошлое Земли. Эти природные объекты представляют собой музеи под открытым небом[1].

Водными памятниками природы на территории Томской области являются достопримечательные водные объекты – озера[2], родники и т.п.

Ботанические памятники – это места произрастания ценных, реликтовых, редких или типичных для данной местности видов растений, лесные массивы и участки леса, особо ценные по своим характеристикам (породный состав, продуктивность, генетические качества, строение насаждений и т.п.). В Томской области, в наиболее населенной и освоенной ее части, они представлены в основном припоселковыми кедровниками и лесопарками. Это участки кедровых лесов, окультуренные населением в процессе заселения и освоения территории Сибири, многим кедрачам более 200 лет. Припоселковые кедровники используются как зоны отдыха, для заготовки кедрового ореха, сбора грибов и ягод, а также в познавательных и культурных целях.

Кроме того, в Томской области формируются такие виды экотуризма, как научный и познавательный с использованием территорий ООПТ[3]. В настоящее время развивается экотуризм по исто-

---

[1] «Таловские известковые чаши» – один из интересных случаев образования известкового туфа с включением бернессита. Известковые «чаши» являются современными участками минералообразования. Подобных объектов в Сибири нет, а в России они единичны. Этот природный объект самый популярный и больше всех используется для организации познавательных экологических экскурсий, особенно школьников.

[2] Озеро Кирек с его уникальными донными отложениями, в состав которых входят три типа сапропеля (озерного ила): органический, карбонатный и торфосапропелевый. Сапропели озера по физико-химическим показателям соответствуют свойствам лечебных грязей и используются в медицинских целях.

[3] Основной базой полевых практик студентов-геологов является геологический памятник природы «Классическое геологическое обнажение под Лагерным садом на пра-

рическим местам. Например, рассматривается возможность организации постоянных туристических маршрутов по Обь-Енисейскому каналу, построенному в конце XIX века.

Одним из перспективных направлений является экологический туризм по особо охраняемым природным территориям на коммерческой основе. Организация экологического туризма на коммерческой основе позволит привлечь средства из других источников для сохранения и благоустройства таких территорий.

В связи с намечающейся интенсификацией использования ООПТ возникает необходимость мониторинга биоразнообразия и разработки системы индикаторов, позволяющих оценить его состояние на уровне региона.

## 1.6. Природный капитал Томской области

Природный капитал является одним из трех видов капитала, обеспечивающих экономическое развитие области. Он формирует экологическую основу жизни и является фундаментальной составляющей богатства области, имеющей природно-ресурсную направленность экономики. Недооценка природных ресурсов неизбежно ведет как к стратегическим, так и тактическим ошибкам в планировании развития, при проведении региональной экологической политики и, в конечном счете, к ошибкам при принятии любых управленческих решений в условиях рыночной экономики, появлению негативных тенденций в развитии региона. Среди функций природного капитала следует отметить:

- обеспечение природными ресурсами для производства товаров и услуг;
- экосистемные/экологические услуги - обеспечение природой различного рода регулирующих функций, ассимиляция загрязнений и отходов, регулирование климата и водного режима, озоновый слой и т.д.;

---

вом берегу р. Томи», а для школьников ежегодно организуются экологические лагеря на территории ландшафтного заказника «Ларинский». В туристических клубах разработаны экологические тропы по уникальным природным объектам.

• услугн природы, связанные с эстетическимн, этическими, моральными, культурными, историческими аспектами. Это своего рода «духовные» экологические услуги.

Кроме того, эксплуатация природного капитала обеспечивает рост числа дополнительных рабочих мест и обеспечнвает дополнительными доходами часть населения области. В то же время истощение природиого капитала, загрязнение окружающей среды могут привести к значительным проблемам в социально-экономическом развитии области.

Эксплуатацня природных ресурсов Томской области осуществляется тремя основнымн хозяйственнымн комплексами: нефтегазодобывающим, лесозаготовительным и агропромышленным. Ежегодно добывается около 10 млн т нефти, около 4,5 млрд м$^3$ газа. Заготавливается около 2 млн м$^3$ деловой древесины, тысячи тонн днкоросов, тысячи тонн рыбы и т.д.

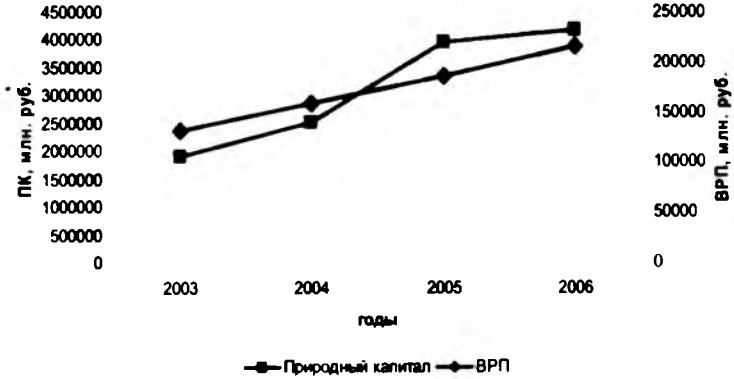



Рис. 3 Динамика валового регионального продукта и природного капнтала

Нефтегазодобывающий комплекс в настоящее время является основной отраслью экономики, обеспечивая производство около 30 % валового регионального продукта. Это подтверждает факт зависнмости экономики области от состояния и эксплуата-

ции местного природного сырья, в частности от топливно-энергетических ресурсов (рис. 3).

Добыча углеводородного сырья обеспечивает около 40% бюджета области, в составе ВРП доля нефтегазодобывающего комплекса составляет 30%. Экономический рост области достигается за счет усилениой эксплуатации запасов нефтн и газа, и в долгосрочной перспективе такое развнтие региона не может быть устойчивым.

Деревообрабатывающий сектор не нграет заметной роли в экономическом росте Томской области. Развитие данного секторв возможно не за счет увеличення площадей заготовок, а путем организации производства высокотехнологичных строительиых и отделочных материалов нз малоценных пород древесины Глубокая переработка древесины позволит при тех же объемах заготовок резко увеличить доходы области, долю продукции лесного комплекса в ВРП и частично компенсировать сокращение добычн нефтн и газа при истощении запасов последних.

В перспективе при исчерпании невозобновимых природных ресурсов (нефть и газ) особое значение в районах области приобретут возобиовнмые природные ресурсы (рыбиые и древесные ресурсы, дикоросы н др.). В значнтельной степени именно они будут обеспечивать рабочие места и доходы населения. В блнжайшее время необходимо реально оценить их истощение на локальных территориях и относнтельиую исчерпаемость (максимальные объемы заготовок) в масштабах области

Для достижения устойчивого развития необходимо сохранение и увеличение всех вндов совокупного капитала (человеческого, физического и природиого). Регион должен эффектнвно использовать существующие ресурсы своего развнтия, находнть новые, непрерывно наращивать показатели своего положительного изменения, не увеличивая нли минимнзируя потребление невозобновимых, способствуя сохранению н рациональиому использованию возобновимых ресурсов. Труднее всего в нашем регионе избежать истощения природного капитала, так как он состоит главным образом из невозобновимых природных ресурсов (на 98%) Поэтому если доходы от экспорта нефти не использовать для увеличения физического н человеческого капиталов, то такое развитне не может быть устойчивым.

Главной стратегической задачей развития природно-ресурсных регионов должно стать использование доходов от эксплуатации углеводородных ресурсов для восстановления природной среды и увеличения долн произведенного и человеческого капиталов. Высокая доля природного капитала в совокупном капитале региона не способствует устойчивому развитию в долгосрочной перспективе Приоритетнымн должны стать инвестиции в человеческий капитал, в поддержание и повышение его качества, т.е. в образование и науку

Целесообразно учитывать природные ресурсы при оценке национального богатства, сосредоточенного на территории Томской области. Отсутствие этого свидетельствует о недооценке экологического фактора. Между тем эта оценка является важной составляющей национального богатства, отражая природный потенциал региона, который во многом определяет его социально-экономическое развитие.

*Глава 2*

# ОСОБЕННОСТИ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

## 2.1. Оценка и перспективы развития лесного комплекса Томской области

Лесной комплекс играет значимую роль в экономике многих муниципальных образований Томской области и тесно связан с уровнем жизни их населения. В лесопромышленном комплексе области занято 10,7 тыс.чел. (около 2 % от всей численности занятых), в том числе: лесное хозяйство и лесозаготовки – 5,9 тыс чел., деревообработка – 3,1 тыс.чел., глубокая переработка древесины - 1,8 тыс.чел. Большая часть занятых (57%) приходится на малый бизнес. При этом средняя заработная плата составляет 4,5 тыс. руб./месяц, что ниже средней по области.

*Таблица 9*

**Основные показатели лесного комплекса в разрезе районов**

| Районы | Трелевка древесины, тыс. м³ | Вывозка древесины, тыс. м³ | Лесоматериалы круглые, тыс. м³ | Пиломатериалы, тыс м³ |
|---|---|---|---|---|
| *Первомайский* | *637,7* | *589,5* | *426,5* | *75,6* |
| *Верхнекетский* | *425,3* | *424,6* | *319,7* | *98,4* |
| *Асиновский* | *176,3* | *178,6* | *85,3* | *56,1* |
| *Тегульдетский* | *170,9* | *190* | *71,1* | *26,4* |
| *Парабельский* | *127,9* | *127,5* | *66,2* | 4,3 |
| Бакчарский | 115,7 | 42,5 | – | – |
| *Томский* | 113,7 | 103,1 | 61,8 | *20,8* |
| Колпашевский | 77,1 | 75,2 | 31,7 | 9,3 |
| Александровский | 74,6 | 38,9 | – | – |
| Кривошеинский | 51,1 | 51,1 | 26 | 10,9 |
| Чаинский | 37,5 | 38,6 | 15,3 | 9,9 |
| Зырянский | 25 | 19,4 | – | – |
| Каргасокский | 23,3 | 30,1 | 17,1 | 7 |
| Молчановский | 4,6 | 4,8 | 0,8 | – |
| г. Томск | – | | – | 11,2 |
| Всего | 2060,7 | 1913,9 | 1121,5 | 329,9 |

Территориально предприятия лесного комплекса осуществляют свою деятельность, прежде всего, на территории правобережья в

восточной и северо-восточной частях области (твбл. 9). Основные объемы лесозаготовки и деревообработки приходятся на Первомайский, Верхнекетский, Асиновский, Тегульдетский, Парабельский и Томский районы, в первых 4 из которых лесная отрасль является доминирующей. Основные предприятия по глубокой обработке древесины располагаются в г. Асине и Томске.

Основным документом, определяющим развитие лесопользования в Томской области, является Лесной план Томской области, утвержденный распоряжением губернатора Томской области от 30 декабря 2008 года № 410-р[1].

Основной задачей по организации лесопользования, лесозаготовки и лесопереработки в регионе, в соответствии с которым строится лесное планирование на перспективный период, является обеспечение предприятий сырьем и комплексная переработка древесины на предприятиях Томской области. Предусмотренное строительство или организация новых предприятий и производств предполагает более интенсивное развитие лесозаготовок до уровня, позволяющего обеспечить древесным сырьем лесопильные предприятия, производства листовых и волокнистых лесоматериалов, целлюлозно-бумажного комбината.

Реализация принятых прогнозных документов предусматривает сохранение лесного фонда области, расширение работ по охране, защите и воспроизводству лесов, увеличение лесопользования, в том числе объемов заготовки древесины, комплексное использование заготовленных сортиментов, в основном на лесоперерабатывающих предприятиях области.

---

[1] Базовыми документами, послужившими основой для разработки перспектив лесной отрасли Томской области в Лесном плане являются

– Проект Стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации на период до 2020 года,

Проект Национальной программы модернизации и развития автомобильных дорог Российской Федерации до 2025 года,

– Подпрограмма «Минерально-сырьевые ресурсы» Федеральной программы «Экология и природные ресурсы России (2002–2010)»,

– Стратегия развития Томской области до 2020 года,

– Стратегия развития транспортной системы Томской области в 2008–2025 годах на среднесрочную перспективу (2009–2013 годы),

– Областная целевая комплексная программа «Развитие лесопромышленного комплекса Томской области на 2003–2010 годы»,

– другие региональные целевые программы и документы

В лесном фонде Томской области к 2018 году заготовки древесины прогнозируются в объеме 11,4 млн м$^3$ в год, что соответствует уровню освоения расчетной лесосеки в 33,4% (табл. 10).

По выделенным лесоэксплуатационным зонам дифференцируется режим ведения лесного хозяйства и источники его финансирования. В зонах стабильного и интенсивного лесопользования лесное хозяйство в основном ведут лесопользователи. В этих же зонах намечается интенсивное дорожное строительство как в пределах арендованных участков, так и в неарендованных лесных массивах.

*Таблица 10*

**Объем заготовки по годам по зонам лесопользования, тыс. м$^3$**

| Зона лесопользования | 2008 г | 2014 г. | 2018 г |
|---|---|---|---|
| Зона ограниченного лесопользования | 206,2 | 887,3 | 1514,9 |
| Зона умеренного лесопользования | 94,8 | 899,7 | 1597,2 |
| Зона стабильного лесопользования | 379,1 | 1238,1 | 1487,8 |
| Зона интенсивного лесопользования | 1861,1 | 4373,6 | 6868,1 |
| Всего | 2541,4 | 7398,7 | 11468 |

Прогнозируемый объем заготовки по годам по зонам ограниченного и умеренного лесопользования представлен в табл. 11.

*Таблица 11*

**Объем заготовки по годам по зонам ограниченного и умеренного лесопользования, тыс. м$^3$**

| Зона лесопользования | Район Томский | Лесничество | 2008 г | 2014 г | 2018 г |
|---|---|---|---|---|---|
| Зона ограниченного лесопользования | Александровский | Александровское | 49,5 | 302,3 | 544,4 |
| | Каргасокский | Каргасокское | 135,1 | 353,1 | 559,5 |
| | Парабельский | Парабельское | 21,6 | 231,9 | 411,0 |
| | Итого | | 206,2 | 887,3 | 1514,9 |
| Зона умеренного лесопользования | Каргасокский | Васюганское<br>Каргасокское | 15,0 | 432,3 | 613,0 |
| | Парабельский | Кедровское | 79,8 | 467,4 | 984,2 |
| | Итого | | 94,8 | 899,7 | 1597,2 |
| | | Всего | 301,0 | 1787,0 | 3112,1 |

Среди факторов, сдерживающих развитие лесопромышленного комплекса, следует отметить:

– отсутствие в области крупных промышленных высокотехнологичных производств, потребляющих низкокачественную хвойную и лиственную древесину,

– низкий уровень расчетной лесосеки в наиболее доступных местах, для возобновления лесозаготовительной деятельности на

этих территориях необходимо проводить лесовосстановительные работы;

– нехватка оборотных средств; низкая инвестиционная активность в лесопромышленном комплексе, связанная с ухудшением финансового состояния предприятий;

– использование устаревших и низкоэффективных технологий и оборудования;

– низкая степень механизации труда на лесозаготовках и низкая производительность труда;

– сезонность лесозаготовительного производства, обусловленная географическими и природными условиями и недостаточным количеством лесовозных дорог круглогодового действия;

– высокие транспортные затраты при доставке лесопродукции потребителям внутри страны и на внешний рынок;

– опережающий рост цен на энергетические ресурсы и железнодорожные тарифы по сравнению с ценами на лесопромышленную продукцию.

– организации использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов.

В настоящее время в перевозках древесного сырья и лесопродукции базовым является автомобильный транспорт. Постоянно увеличивается его доля в магистральных перевозках лесоматериалов, а после вывода из эксплуатации узкоколейных железных дорог (за исключением единственной действующей Комсомольской УЖД) автотранспорт стал единственным перевозчиком круглого леса от мест заготовки до путей магистрального транспорта.

Железнодорожный транспорт вследствие высоких тарифов и необходимости дополнительных перевалок груза используется главным образом в межобластных перевозках и для экспортных отправок. Этим видом транспорта обеспечивается лишь юго-восточная часть области. Железнодорожного выхода на левобережье р. Оби нет.

Транспортировки лесных грузов водным транспортом осуществляются в незначительных объемах по причине снижения судоходных и сплавных характеристик рек и экономической неэффективности перевозок небольших партий грузов.

Развитие дорожной инфраструктуры лесного комплекса является одним из основных критериев, обеспечивающих повышение эффек-

тивности лесопользования и проведение лесохозяйственных мероприятий.

Дальнейшее развитие сети дорог лесного комплекса связано с двумя моментами: 1) с переходом в заготовке леса на арендные отношения и законодательным закреплением при этом обязанности арендатора строить дороги на арендованных участках; 2) с обязанностью государства обеспечить осуществление полномочий в сфере лесных отношений.

В настоящее время формируется нормативная и законодательная база системы финансирования развития и содержания единой транспортной сети лесного комплекса, базирующаяся на следующих принципах:

– лесные дороги противопожарного и иного лесохозяйственного назначения, как дороги необщего пользования, строятся за счет средств федерального бюджета;

– лесовозные дороги в пределах арендованного лесного участка, до выхода на дороги общего пользования, также являются дорогами необщего пользования и строятся за счет арендатора.

Замыкающей частью этой транспортной сети являются региональные или муниципальные (межмуниципальные дороги) общего пользования, финансируемые за счет регионального (муниципального) бюджета. Соответственно, формируются и расходы на содержание и ремонт дорог.

Мероприятия по освоению лесов, планируемые в соответствии с Лесным планом Томской области, основаны на развитии транспортной инфраструктуры, вовлечении в промышленный оборот новых лесосырьевых баз. Исходя из сложившейся структуры лесопользования и планируемой интенсивности развития лесозаготовительного производства, в составе территории Томской области выделены четыре зоны лесопользования

**Зона ограниченного лесопользования**, расположенная в северной части области, включает лесной фонд Александровского, Каргасокского и Парабельского лесничеств, расположенный на правом берегу р. Обь. Территориально в Александровском и Каргасокском районах

В зоне ограниченного лесопользования развитие лесозаготовительных мощностей планируется в незначительном объеме. Основным потребителем продукции лесозаготовок является местное население, использующее ее для строительства, ремонта, отопления жи-

лых помещений. В этой зоне прогнозируется расширение аренды лесных участков для проведения работ по геологическому изучению недр, строительства и эксплуатации линейных объектов.

Объемы перевозок лесоматериалов от населенного пункта Каргасок до г. Томска незначительны. В зимний период используется попутный транспорт, идущий порожняком после доставки строительных грузов геологам и нефтяникам.

**Зона умеренного лесопользования**, расположенная в юго-западной части области, включает лесной фонд Васюганского, Кедровского и двух участковых лесничеств Каргасокского лесничества, расположенных в Каргасокском и Парабельском районах.

В зоне умеренного лесопользования развитие лесозаготовительных мощностей будет происходить преимущественно вследствие интенсификации разведки и добычи полезных ископаемых. Основное потребление круглых лесоматериалов будет связано с созданием инфраструктуры и подготовкой мест добычи полезных ископаемых. При этом будет стимулироваться создание малых и средних лесозаготовительных и лесоперерабатывающих производств.

**Зона стабильного лесопользования**, расположенная в южной части области, включает лесной фонд Шегарского, Корниловского, Кожевниковского, Тимирязевского и Томского лесничеств, расположенных на территории Шегарского, Томского, Кожевниковского, Кривошеинского районов.

К зоне стабильного лесопользования на планируемый период отнесены леса, расположенные в достаточно урбанизированных административных районах, являющиеся источником древесного сырья как для перерабатывающих предприятий, так и для удовлетворения нужд местного населения, за исключением Кожевниковского района, где имеется дефицит древесины. В этой зоне наиболее высокая концентрация городского и сельского населения, поэтому большой объем древесины используется для строительства, ремонта, отопления жилых помещений. В этой зоне не планируется существенное увеличение заготовки древесины, основной упор делается на развитие лесоперерабатывающих производств, позволяющих полностью использовать всю заготовленную древесину.

**Зона интенсивного лесопользования**, расположенная в северо-восточной и юго-западной частей Томской области, включает в себя лесной фонд Верхнекетского, Колпашевского, Улу-Юльского, Чаин-

ского, Молчановского, Асиновского, Первомайского, Тегульдетского, Бакчарского и Зырянского лесничеств, расположенных на территории Верхнекетского, Колпашевского, Бакчарского, Молчановского, Асиновского, Первомайского, Тегульдетского и Зырянского районов

В зону интенсивного лесопользования включены лесные насаждения, имеющие высокий потенциал для лесопромышленного освоения. Высокий потенциал определяется наличием и перспективами развития путей лесотранспорта, характеристиками лесного фонда, примыканием к магистральным транспортным путям, а также возможностью привлечения рабочей силы, создания и развития производственных мощностей по переработке древесины. В этой зоне планируется создание значительных лесозаготовительных и лесоперерабатывающих мощностей, в том числе плитных, фанерных и целлюлозно-бумажного производств.

## 2.2. Особенности применения материалов космической съемки для оценки лесных ресурсов Томской области

Одной из задач эффективного природопользования является совершенствование существующих оценок ресурсного потенциала территорий. Наиболее эффективными на практике зарекомендовали себя оценки с использованием тематических пространственных данных, представленных на электронных и бумажных картах, поскольку карта является наиболее наглядной формой отображения любой информации – природных условий, экономики, административного деления и многого другого.

Возможность проведения оценки лесных ресурсов Томской области ограничивалась рядом причин, среди которых: устаревшие данные лесной таксации; большая стоимость использования традиционных методов оценок, в связи с большой площадью и труднодоступностью исследуемой территории и т.д. Выполнение оценки стало возможным благодаря подготовке карты лесов Томской области с использованием материалов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и применению на различных этапах работ современных информационных технологий обработки пространственных данных.

*Таблица 12*

**Классы растительности покрытия «Леса Томской области»**

| № п/п | Название класса (категории) |
|---|---|
| 1 | Сосновые леса зрелые и перестойные на легких грунтах |
| 2 | Сосновые леса зрелые и перестойные на тяжелых грунтах |
| 3 | Сосновые леса (молодняки) на легких грунтах |
| 4 | Сосновые леса (молодняки) на тяжелых грунтах |
| 5 | Заболоченные сосновые леса на торфах (глубина залежи до 1 м, высота насаждений до 20 м) |
| 6 | Болотные сосновые леса на торфах (глубина залежи > 1 м, высота насаждений до 8 м) |
| 7 | Темнохвойные леса зрелые и перестойные на легких грунтах |
| 8 | Темнохвойные леса зрелые и перестойные на тяжелых грунтах |
| 9 | Темнохвойные леса (молодняки) на легких грунтах |
| 10 | Темнохвойные леса (молодняки) на тяжелых грунтах |
| 11 | Болотные смешанные зрелые леса на торфах (глубина залежи до 5–6 м, высота насаждений до 20 м) |
| 12 | Болотные смешанные зрелые леса на торфах (глубина залежи до 5–6 м, |
| 13 | Смешанные леса зрелые и перестойные на легких грунтах |
| 14 | Смешанные леса зрелые и перестойные на тяжелых грунтах |
| 15 | Смешанные леса (молодняки) на легких грунтах |
| 16 | Смешанные леса (молодняки) на тяжелых грунтах |
| 17 | Лиственные леса зрелые и перестойные на легких грунтах |
| 18 | Лиственные леса зрелые и перестойные на тяжелых грунтах |
| 19 | Лиственные леса (молодняки) на легких грунтах |
| 20 | Лиственные леса (молодняки) на тяжелых грунтах |
| 21 | Лиственные леса пойм крупных рек |
| 22 | Нарушенные леса, гари и вырубки |

В ходе проводимой работы для дешифрирования использовались многозональные космические снимки с пространственным разрешением 30 м, выполненные прибором ETM+ с борта ИСЗ Landsat 7. Обработка и классификация снимков проводились в программном комплексе ENVI 4.2. Классификация и дешифрирование выделяемых на космических снимках классов растительности выполнялись путем автоматизированной классификации с использованием метода максимального правдоподобия. При классификации использовались 1–5-спектральные каналы указанной съемочной системы, имеющие пространственное разрешение 30 м и соответствующие 5-спектральным диапазонам видимой и инфракрасной частей спектра (в мкм): 1) 0,45–0,52; 2) 0,52–0,60; 3) 0,63–0,69; 4) 0,76–0,90; 5) 1,55–1,75. Для построения обучающих выборок использовался синтез 5, 4, 2 каналов, позволивший наиболее уверенно выделять объекты не только по яркостным, но и по косвенным признакам, к которым относим геометрические и текстурные характеристики дешифрируе-

мых объектов. В соответствии с подготовленными выборками было проведено выделение и классификация изображений по типам растительности, приведенным в табл. 12. Результат такой классификации представлен в виде цифрового векторного покрытия. В качестве вспомогательных данных при подготовке указанного векторного покрытия использовались данные таксационных карт, геоморфологической классификации территории Томской области, а также материалы полевых заверочных работ, включающие координаты пунктов посещений, описания растительности в данных пунктах, фотографии.

*Таблица 13*

**Содержание покрытия «Лесо Томской области»**[1]

| № п/п | Название класса (поле FORP_CODE покрытия FORP) | Код объекта |
|---|---|---|
| 1 | Сосновые леса зрелые и перестойные на легких грунтах | 101 |
| 2 | Сосновые леса зрелые и перестойные на тяжелых грунтах | 102 |
| 3 | Сосновые леса (молодняки) на легких грунтах | 201 |
| 4 | Сосновые леса (молодняки) на тяжелых грунтах | 202 |
| 5 | Заболоченные сосновые леса на торфах (глубина залежи до 1 м, высота насаждений до 20 м) | 301 |
| 6 | Болотные сосновые леса на торфах (глубина залежи > 1 м, высота насаждений до 8 м) | 401 |
| 7 | Темнохвойные леса зрелые и перестойные на легких грунтах | 501 |
| 8 | Темнохвойные леса зрелые и перестойные на тяжелых грунтах | 502 |
| 9 | Темнохвойные леса (молодняки) на легких грунтах | 601 |
| 10 | Темнохвойные леса (молодняки) на тяжелых грунтах | 602 |
| 11 | Болотные смешанные зрелые леса на торфах (глубина залежи до 5–6 м, высота насаждений до 20 м) | 701 |
| 12 | Болотные смешанные зрелые леса на торфах (глубина залежи до 5–6 м, высота насаждений до 8 м) | 801 |
| 13 | Смешанные леса зрелые и перестойные на легких грунтах | 901 |
| 14 | Смешанные леса зрелые и перестойные на тяжелых грунтах | 902 |
| 15 | Смешанные леса (молодняки) на легких грунтах | 111 |
| 16 | Смешанные леса (молодняки) на тяжелых грунтах | 112 |
| 17 | Лиственные леса зрелые и перестойные на легких грунтах | 121 |
| 18 | Лиственные леса зрелые и перестойные на тяжелых грунтах | 122 |
| 19 | Лиственные леса (молодняки) на легких грунтах | 131 |
| 20 | Лиственные леса (молодняки) на тяжелых грунтах | 132 |
| 21 | Лиственные леса пойм крупных рек | 141 |
| 22 | Нарушенные леса, гари и вырубки | 151 |

После обработки снимков и получения векторного покрытия в ПО ENVI и его экспорта в ГИС-формат дальнейшая работа с векторным покрытием, включающая интерактивный контроль и правку

[1] Имя покрытия FORP. Класс покрытия. Полигоны. Атрибутивная таблица данных

результатов классификацин, генерализацию н другую обработку, проводнлась в геоинформационном программном обеспечении. Для представления результата работ по подготовке покрытия «Леса Томской области» масштаба 1:200000 использован геоинформационный формат ArcGIS shp. Покрытие представлено в системе координат 1942 г., проекции Гаусса-Крюгера, 14-я зона (Pulkovo 1942 GK Zone 14) Указанное покрытие подготовлено в соответствии со специально разработанным классифнкатором, приведенным в табл. 13.

На осиове созданного покрытия «Леса Томской области», с использованием топографической основы масштаба 1:200000 на территорию Томской области подготовлена электронная карта «Леса Томской области» масштаба 1·200000 (Прнложенне 1).

Имеющиеся возможности векторных геоинформационных систем позволяют выполнять различные внды анализа полученной информацни, в частностн, использовать подготовленное покрытие при создании других тематических геоинформационных систем и карт на территорию Томской области.

Особенности формирования карты лесов рассмотрим на примере Тегульдетского района Томской области. На стадии планирования лесохозяйственной деятельности проводится предварительный анализ информативных возможностей различных картографических, таблнчных и других материалов По материалам лесной таксации общая площадь лесов в районе составляет 1057,4 тыс. га (в том числе хвойные 272 га и лиственные 742 га).

Следует отметить, что традиционно и другие данные о лесах (запасы древесины, площади тнпов леса) приводятся в табличном виде. В картографическом виде такие данные чаще представляются на крупномасштабных лесотаксационных планах. Поэтому эти данные на стадии планирования обычно не учитываются, вместо них принято представлять количественную ресурсную информацию с пространственной привязкой к различным крупным административным единицам (лесничества, лесхозы и др.). С учетом того, что в последние десятилетия лесотаксационные данные не обновляются, приннмаемые на нх основе решения по веденню лесохозяйственной деятельности вряд ли можно считать достаточно обоснованными.

*Таблица 14*

**Площади типов лесов Тегульдетского района по данным карты-схемы типов лесов**

| № п/п | Тип леса | Площадь, кв. км | Площадь, % от общей |
|---|---|---|---|
| 1 | Сосновые леса зрелые и перестойные на легких грунтах | 145,9 | 1,3 |
| 2 | Сосновые леса зрелые и перестойные на тяжелых грунтах | 0,6 | <0,01 |
| 3 | Заболоченные сосновые леса на торфах (глубина залежи до 1 м, высота насаждений до 20 м) | 436,8 | 3,9 |
| 4 | Болотные сосновые леса на торфах (глубина залежи > 1 м, высота насаждений до 8 м) | 1 | <0,01 |
| 5 | Темнохвойные леса зрелые и перестойные на легких грунтах | 188,7 | 1,7 |
| 6 | Темнохвойные леса зрелые и перестойные на тяжелых грунтах | 836,7 | 7,5 |
| 7 | Болотные смешанные зрелые леса на торфах (глубина залежи до 5–6 м, высота насаждений до 20 м) | 619,9 | 5,5 |
| 8 | Болотные смешанные зрелые леса на торфах (глубина залежи до 5–6 м, высота насаждений до 8 м) | 95,4 | 0,9 |
| 9 | Смешанные леса зрелые и перестойные на легких грунтах | 541,8 | 4,9 |
| 10 | Смешанные леса зрелые и перестойные на тяжелых грунтах | 1516 | 13,6 |
| 11 | Смешанные леса (молодняки) на легких грунтах | 39,7 | 0,4 |
| 12 | Смешанные леса (молодняки) на тяжелых грунтах | 505,6 | 4,5 |
| 13 | Лиственные леса зрелые и перестойные на легких грунтах | 177,9 | 1,6 |
| 14 | Лиственные леса зрелые и перестойные на тяжелых грунтах | 5009 | 44,9 |
| 15 | Лиственные леса (молодняки) на легких грунтах | 153 | 1,4 |
| 16 | Лиственные леса (молодняки) на тяжелых грунтах | 682,6 | 6,1 |
| 17 | Лиственные леса пойм крупных рек | 160 | 1,4 |
| 18 | Нарушенные леса, гари и вырубки | 42,1 | 0,4 |
| | Всего | 11153 | 100 |

Анализ карты-схемы типов лесов (экосистем), сопровождаемой базой данных по типам лесов, составленных по данным дешифрирования космоснимков начала 2000 годов, показал, что по содержанию, точности и пространственной корректности данную карту-схему возможно рассматривать в качестве основы для оценки природных условий Тегульдетского района (табл. 14–15, рис. 4)

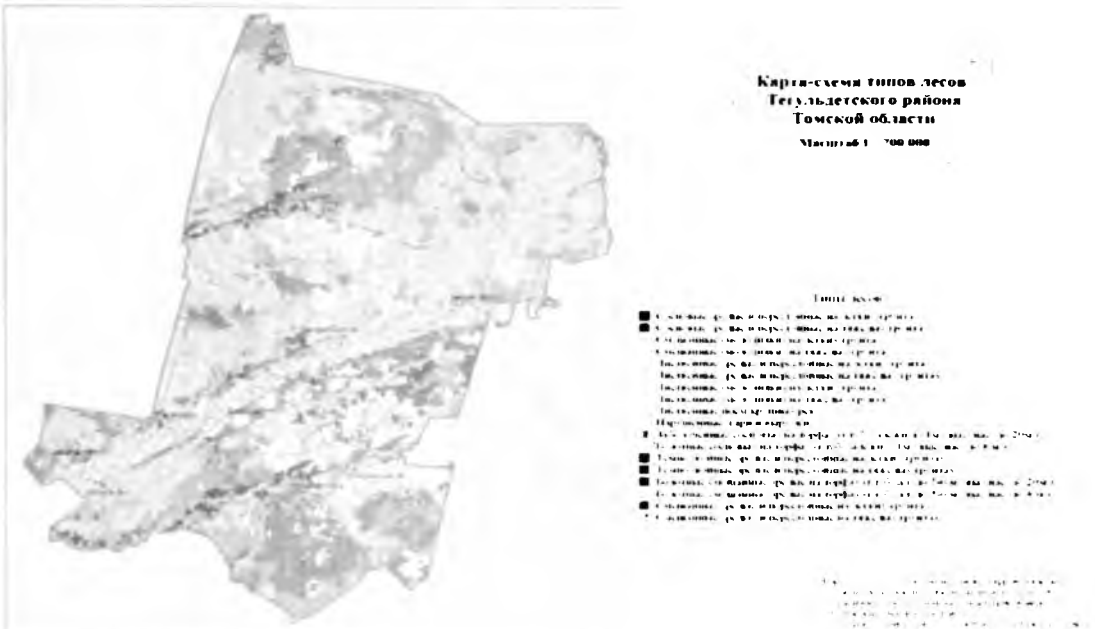



Рис. 4. Карта-схема типов лесов Тегульдетского района Томской области

*Таблица 15*

**Фрагмент базы данных цифровой карты-схемы типов лесов**

| Номер выдела | Код типа леса | Площадь выдела, кв. км | Периметр выдела, км | Описание типа леса |
|---|---|---|---|---|
| 20 | 502 | 34,63 | 69,90 | Темнохвойные леса зрелые и перестойные на тяжелых грунтах |
| 21 | 122 | 3,06 | 13,66 | Лиственные леса зрелые и перестойные на тяжелых грунтах |
| 22 | 902 | 2,19 | 9,61 | Смешанные леса зрелые и перестойные на тяжелых грунтах |
| | | | | |

Следует отметить, что совместное использование подобных карт с лесоустроительными данными, материалами учетов охотничье-промысловых животных и другими данными позволит проводить адекватный анализ как пространственного размещения различных типов лесов, так и соответствующий действительности подсчет природно-ресурсного потенциала территории.

*Глава 3*

# ОСОБЕННОСТИ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В БОРЕАЛЬНЫХ ЗОНАХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

## 3.1. Роль Западной Сибири в регулировании глобального климата

Западная Сибирь является уникальным болотным регионом. Достаточно сказать, что на ее территории располагается самое крупное в мире Большое Васюганское болото, площадью 6,78 млн га, представляющее собой объект природы всемирного значения, сопоставимый по значимости и раигу с озером Байкал. Запасы депонированного торфа в пересчете на абсолютно сухое органическое вещество оцениваются почти в 18 млрд т, что составляет 16,5 % запасов торфа всей Западной Сибири[1].

По степени заболоченности Западно-Сибирская равнина не имеет себе равных – на отдельных ее участках болотами занято до 70–80% поверхности. Более 1 млн км$^2$ российских болот находится в Западной Сибири[2], что составляет около 40% нетронутых болотных экосистем мира.

Формирование болотных экосистем Западной Сибири обусловлено рядом факторов. Во-первых, выпадение осадков существенно превышает их испарение. Во-вторых, территория в целом имеет выположенный равнинный характер, а это определяет очень низкую интенсивность стока, и влага длительное время застаивается на поверхности, что способствует заболачиванию. В-третьих, осадочные отложения, которые формируют геологическую поверхность равнины, залегают горизонтальными слоями, и некоторые из этих слоев плохо пропускают воду, т.е. являются водоупорами, а это еще больше способствует застою влаги, стимулируя болотообразование. И, наконец, в процессе самого заболачивания также формируются во-

---

[1] *Ваганов Е.А., Веогова Э.Ф., Верховец С.В., Ефремов С.П., Ефремова Т.Т., Крулов В.Б., Онучин А.А., Сухинин А.И., Шибистова О.Б.* Леса и болота Сибири в глобальном цикле углерода // Сибирский экологический журнал. 2005. Т. 12, № 4. С. 631–649.

[2] Там же

доупорные, сцементированные болотным железом слои (горизонты), которые как бы помогают болотам расширять свои площади[1].

Традиционно болота считались бросовыми землями, которые необходимо осушать и возделывать. В советские времена на мелиорацию заболоченных земель были затрачены многие миллиарды рублей. Однако эти капиталовложения не дали ожидаемого эффекта и оказались не только бесполезными, но и во многих случаях привели к негативным последствиям. Осушение торфяных болот создало серьезные экологические и хозяйственные проблемы. Этот процесс в современной климатической обстановке является, пожалуй, необратимым.

На протяжении тысячелетий болота связывали и накапливали углерод в своей толще в виде торфяных отложений, уменьшая содержание углекислого газа в атмосфере и снижая парниковый эффект. Не удивительно, что ученые называют болота «природными ловушками углерода». По оценке, от 51,7[2] до 70,2[3] миллиардов тонн углерода хранятся в западносибирских торфяных болотах, что составляет до 26% углерода, накопленного экосистемами суши.

Таким образом, болота играют важную роль в круговороте и балансе углерода в биосфере. В последнне годы пристальное внимание ученых всего мира приковано к западносибирским болотам. На территории Западной Сибири организованы международные стационары[4], проводятся международные экспедиции. Ученые из Японии, Голландии, Германии, Великобритании, Канады и Америки совместно с российскими коллегами изучают процессы связывания и накопления углерода в торфяной залежи болот, так называемое «дыхание болот», в результате которого в атмосферу выделяются парниковые газы: углекислый газ и метан.

В настоящее время более 20 международных проектов направлено на решение этой проблемы. Биосферная роль болот заключается

---

[1] *Кирпотин С.Н.* Ландшафтная экология с основами управления окружающей средой Учебное пособие (рекомендовано отделением биологии Учебно-методического объединения по классическому университетскому образованию РФ). Томск: Том. гос. ун-т, 2002. 178 с.

[2] *Yefremov S.P. and Yefremova T.T.* 2001. Present stocks of peat and organic carbon in bog ecosystems of West Siberia. In «Carbon storage and atmospheric exchange by West Siberian peatlands». (W. Bleuten and E. D. Lapshina, Eds.), p. 73–78. Utrecht University, Physical Geography, Utrecht/Tomsk.

[3] *Smith L.C., MacDonald G.M., Velichko A.A., Beilman D.W., Borisova O.K., Frey K.E., Kremenetski C.V. and Sheng Y.* 2004. Siberian peatlands a net carbon sink and global methane source since the early Holocene. Science 303, 353–356.

[4] В Бакчарском районе Томской области, в окрестностях д. Плотниково.

еще и в том, что, являясь труднодоступными для человека ландшафтами, болота невольно способствуют сохранению нетронутой природы (биоразнообразия) огромных территорий. Именно западносибирские болота, а не леса Амазонии, являются самыми нетронутыми и труднодоступными экосистемами на Земле.

Человек, по словам В.И. Вериадского, превратился в мощную геологическую силу, и благодаря индустриальной деятельности современного человечества огромное количество парниковых газов поступает в атмосферу Земли[1]. Происходит это на фоне обезлесивания, опустынивания и других негативных экологических процессов. Как следствие – нарушены глобальные газовые циклы. Парниковые газы начинают накапливаться в атмосфере, вызывая потепление климата[2]. Важно отметить, что потепление климата проявляется даже не столько в том, что в каких-то регионах он стал теплее, а в том, что человек расшатал климатическую систему планеты, климат стал непредсказуемым и своенравным. Многие погодные явления приобрели катастрофический характер[3].

Ожидается, что глобальное потепление климата, ставшее, пожалуй, самой значимой экологической проблемой, будет наиболее ощутимо проявляться в высоких (североиых) широтах. Более того, именно субарктические ландшафты являются наиболее чувствительными к температурным изменениям, в силу таяния вечной мерзлоты[4]. При этом западно- и среднесибирская субарктика теплеет значительно быстрее, чем другие регионы мира: за последнее столе-

---

[1] *Вернадский В.И.* Философские мысли натуралиста. М.: Наука, 1988. Кн. 2. 520 с.

[2] Общеизвестно, что при потеплении климата начнут таять ледяные щиты Антарктиды и Гренландии, однако и вечная мерзлота – тоже, а ведь, например, 60% территории России скована вечной мерзлотой (Геокриология СССР. Западная Сибирь / Под ред. Э.Д. Ершова. М.: Недра. 1989. 454 с.). Другой неприятный момент состоит в том, что теплое океаническое течение Гольфстрим, которое, как гигантская печь, подогревает Северную Европу, прежде всего Великобританию и Скандинавские страны, делая их климат значительно теплее и мягче, чем полагается столь северным регионам, может отвернуть от их берегов. Этот гигантский океанический конвейер движется, как считают многие ученые, за счет разницы солености Атлантического океана. В результате поступления огромных масс пресной воды в североиую Атлантику существует реальная угроза его сбоя (And what would happen if the Culf Stream stopped (2005) RTDinfo Special issue Polar Research, p. 14–15).

[3] *Kunzig R.* 2006. Hurricans Intensify Global-Warming Debate // Discover, Vol. 27, № 1. P. 20–23.

[4] *Callaghan T.V., Jonasson S.* 1995. Arctic ecosystems and environmental change. Phil Trans Roy Soc Lond A 352:259–276.

тие среднегодовая температура здесь повысилась более чем на 3°, а в зимнее время – на 4[1].

Еще одна проблема, связанная с потеплением климата в высоких широтах, представляет собой возможную активизацию утечек метана в атмосферу, обусловленную таянием вечной мерзлоты. К сожалению, функциональная роль и точные параметры участия болот Западной Сибири в региональном и глобальном круговоротах органического углерода и метана остаются неисследованными. В наибольшей степени это относится к болотам криолитозоны, где необходимые исследования либо вовсе не проводились, либо носили эпизодический и фрагментарный характер[2].

Среди методик измерения парниковых газов наиболее распространенными и общепринятыми являются камерные методы прямого измерения дыхания. Они позволяют дать достаточно точную оценку эмиссии парниковых газов с поверхности, но определяют при этом диффузное выделение метана. Однако проблема состоит в том, что наряду с диффузным выделением парниковых газов существуют их концентрированные выбросы или утечки в местах прорывов[3].

Очевидно, что необходима разработка новых методик прямого измерения парниковых газов, охватывающих не только их диффузное выделение с поверхности, но и выявление мест концентрирован-

---

[1] *Jones P.D. and Moberg A.* 2003. Hemispheric and Large-Scale Surface Air Temperature Variations: An Extensive Revision and an Update // Journal of Climate. Vol. 16, № 2, P. 206–223.

[2] *Ваганов Е.А., Ведрова Э.Ф., Верховец С.В., Ефремов С.П., Ефремова Т.Т., Кругляков В.Б., Онучин А.А., Сухинин А.И., Шибистова О.Б.* Леса и болота Сибири в глобальном цикле углерода // Сибирский экологический журнал. 2005. Т. 12, № 4. С. 631–649.

[3] Такие места назвали горячими точками выделения метана. Мы предлагаем подобный тип выделения метана для удобства называть концентрированными выбросами (утечками). Эти формы выделения метана оставались долгое время неизвестной ученым, а, следовательно, практически не учтенной и неисследованной. Однако западносибирские охотники испокон века знали о незамерзающих полыньях в болотных «озерьях», куда можно провалиться с лыжами и нартами даже в середине зимы. Получается, что ученые длительное время добросовестно мерили выделение метана, но диффузного типа, а концентрированные выбросы в местах утечек оставались в стороне от магистрального направления исследований, в то время как «вскипание» (англ. – *ebullition*) составляет, по оценкам, 96% от суммарного выделения метана из обследованных ими озер. Не удивительно, что показатели по эмиссии метана для термокарстовых озер Сибирского Севера оказались существенно заниженными, и по самым грубым оценкам их следует увеличить на 58%, кроме того, убедительно показано, что ландшафтный процесс термокарстовой эрозии существенно усиливает метанообразование и, соответственно, эмиссию этого газа. (*Walter K.M., Zimov S.A., Chanton J.P., Verbyla D., Chapin F.S.* 2006. Methane bubbling from Siberian thaw lakes as positive feedback to climate warming // Nature. 7. 433 (7107): 71–75).

ных выбросов (горячих точек). Очевидно, что роль западносибирских болот должна быть адекватно учтена при составлении глобальных климатических моделей. Болота Западной Сибири являются одним из значимых регуляторов процесса глобального потепления климата, в связи с чем в свете Киотского протокола беспрецедентно возрастает роль этого региона на мировой арене. Мировое научное сообщество должно уделить особое внимание изучению баланса процессов: связывания и накопления углерода в торфяной залежи болот и их «дыхания», в результате которого в атмосферу поступают парниковые газы: углекислый газ и метан.

## 3.2. Особенности формирования кадастра торфяных болот на примере районов нефтедобычи Томской области

Эффективное природопользование в таежной зоне Западно-Сибирского региона может быть достигнуто только на основе корректных научно обоснованиых знаний о важнейших природных процессах регионального уровня. К таковым, на наш взгляд, в первую очередь нужно отнести процесс болотообразования. Торфяные болота в регионе имеют очень важное природообразующее значение и во многом определяют специфику его геоэкологической обстановки и целый ряд связанных с этим проблем. При этом представляется, что болота будут оказывать мощное влияние и в будущем на все природные процессы в Западно-Сибирском регионе независимо от того, произойдет потепление климата или его похолодание, усилится или ослабится техногенное воздействие человека на природную среду и т.д. Важным обстоятельством является и то, что широкое распространение торфяных болот в регионе существенно ограничивает хозяйственную деятельность и ухудшает условия жизни населения.

Однако из-за отсутствия в нужном объеме знаний о торфяных болотах, а в результате и недостаточной разработанности нормативно-правовой базы водохозяйственной и природоохранной деятельности при ведении хозяйственной деятельности (добыча нефти, газа и др.) на рассматриваемых объектах наблюдаются конфликтные ситуации эколого-правового характера. Одной из серьезных причин конфликтных ситуаций в регионе, например, являются некоторые положения Водного кодекса, в соответствии с которыми (ст. 11) бо-

лота внесены в перечень водных объектов. На основании этого для них требуется установление водоохранных зон, получение лицензий на водопользование и так далее. В то же время большинство болот входит в лесной фонд, остальная их часть относится к категории земель сельскохозяйственного назначения. Кроме того, болота принято учитывать и в торфяном фонде, в котором они различаются по степени изученности, качеству торфяных ресурсов и др.

Ресурсная «многоликость» болот не случайна и обусловлена их индивидуальными природными особенностями (накоплением отложений торфа, специфичной болотной растительностью, индивидуальным гидрологическим режимом и др.). «Многоликость» послужила и основной причиной формирования ведомственных (отраслевых) подходов к торфяным болотам, что привело, в конечном счете, к формированию различных отраслевых взглядов на их сущность. В результате ведомственной разобщенности ведение хозяйственной деятельности на болотах отягощено конфликтами экологического и юридического характера. Особенно остро эта проблема стоит в районах освоения углеводородного сырья в Западной Сибири. Основной причиной таких конфликтов является широкое распространение в регионе торфяных болот и отсутствие для них юридического статуса (например, как у лесов) и, как следствие, отсутствие достаточно полной нормативной и справочной документации, включая такой базовый документ, как кадастр торфяных болот.

С учетом высокой хозяйственной активности в регионе данный кадастр необходим, поскольку включает не только специализированную ведомственную информацию, но и обобщенные сведения, ориентированные на сохранение природной среды региона, ресурсного потенциала и средообразующих функций болот (утилизация углерода в отложениях торфа, среда обитания диких животных и растений, гидрологическая роль и т.д.).

Создание и ведение кадастра целесообразно проводить по аналогии с кадастром «традиционных» водных объектов – рек, каналов, озер, водохранилищ. Торфяное болото, как учетная единица кадастра, принимается в соответствии с ГОСТ 19179-73, а именно, болото – это «природное образование, занимающее часть земной поверхности и представляющее собой отложения торфа, насыщенные водой и покрытые специфической растительностью». Аналогичная

точка зрения при определении состава базовых признаков торфяных болот прослеживается и в работах других исследователей[1].

С учетом того, что наличие торфа является базовым признаком при разработке кадастра болот, увязка понятий «болото» и «торф» необходима. Так, в Западной Сибири, включая и территорию Томской области, внутри этих типов выделяется несколько подтипов, групп и десятки видов торфа[2]. Систематизация этих свойств позволила ряду исследователей выделить на территории Западной Сибири характерные типы (низинный, переходиый, смешанный, верховой), подтипы (лесиой, лесо-топяной, топяной) и более 30 видов торфяной залежи[3].

В свою очередь, сочетание таких признаков, как преобладающий тип торфяной залежи, условия водного и минерального питания, характер болотной растительности, взаимосвязи с другими водными объектами и положение в водосборе, определяет специфические особенности болот. На основании этих признаков выделяют три основных типа болот: низинные (евтрофные), верховые (олиготрофные) и переходные (мезотрофные) болота. Низинные – болота с евтрофной растительностью, в питании которых принимают участие атмосферные, поверхностные и грунтовые воды. Верховые – болота с олиготрофной растительностью с преимущественно атмосферным питанием. Переходные – болота смешанного питания с мезотрофной растительностью[4].

С учетом тесной взаимосвязи между биологическими, биогеохимическими и гидрологическими процессами при работе над кадастром учитывались также и подходы по изучению водного режима болотных объектов, разработанные специалистами Государственно-

---

[1] *Иванов К.Е.* Гидрология болот. Л.: Гидрометеоиздат, 1953. 299 с.; *Львов Ю.А.* Болотные ресурсы // Природные ресурсы Томской области Новосибирск: Наука, 1991. С. 67–83; *Глебов Ф.З.* Взаимоотношение леса и болота в таежной зоне. Новосибирск: Наука, 1988. 181 с.

[2] *Лисс О.Л., Абрамова Л.И., Аветов Н.А. и др.* Болотные системы Западиой Сибири и их природоохранное значение. Тула: Гриф и К°, 2001. 584 с.

[3] *Еркова Ю.В.* Стратиграфия торфяных залежей // Торфяные месторождения Западной Сибири. М.: Недра, 1957. С. 71–90; *Скобеева Е.И., Голгофская Г.В., Лисс О.Л. и др.* Классификация растительиого покрова болот и видов торфа центральной части Западной Сибири. М.: Наука, 1975. 149 с.; *Матушин Р.Г., Матухина В.Г., Васильев И.П. и др.* Классификация торфов и торфяных залежей Западной Сибири. Новосибирск: СО РАН, НИЦ ОИГГиМ, 2000. 96 с.

[4] *Чеботарев А.И.* Гидрологический словарь. Л.: Гидрометеоиздат, 1964. 222 с.; *Денисенков В.П.* Основы болотоведения. СПб.: Изд-во СПб. уи-та, 2000. 224 с.

го гидрологического института (ГГИ) и ряда других организацнй[1] и базирующиеся на сформулированных в понятиях о деятельном горизонте болота, дешифровочных признаках и т.д. В соответствии с указанными работами анализ гидрологических условий проводился с учетом положения в рельефе (пойменные, долинные, склоновые, водораздельные и притеррасные болота), наличия деятельного и инертного горизонтов и контуров стекания, определяемых дешифрированием аэро- и космоснимков с учетом преобладающих фитоценозов.

Обобщение и анализ понятий, терминов, классификаций, принятых в болотоведении и частично упомянутых выше, показали, что для создания кадастра болот рассматриваемой территории в прямом виде, без каких-либо изменений, эти классификации не могут быть использованы по ряду причин, в том числе из-за: 1) избыточной дробности некоторых систем; 2) излишней схематизации условий водообмена и недостаточного учета взаимосвязей; 3) отсутствия классификаций болот регионального уровня (масштаб 1: 200000), выполненных на материалах космической съемки.

Важной особенностью гидрологических свойств болот является замедленный водообмен и двухслойное строенне болотной поверхности. Верхний деятельный и нижний инертный горизонты существенно отличаются друг от друга в первую очередь величиной скорости перемещения в них воды. При этом К.Е. Ивановым, его учениками и последователями было показано, что гидрологические свойства этих горизонтов меняются на разных болотах и тесно взаимосвязаны с гидрологическими, биологическими и биогеохимическими процессами[2].

Особое значение в организации и функционировании болот отводится их растительности. Так, В.Н. Сукачев торфяные болота считал природными объектами пренмущественно фитогенной природы, поскольку путь их развития (от момента зарождения до зрелой стадии) обусловлен «последовательным изменением растительности»[3].

---

*Гидрологические* расчеты при осушении болот и заболоченных земель. Л.: Гидрометеоиздат, 1963. 447 с.; *Указания* по расчетам стока с неосушенных и осушенных верховых болот. Гидрометеоиздат, 1971. Введены в действие с 01.07.1971 г.; *Иванов К.Е.* Водообмен в болотных ландшафтах. Л.: Гидрометеоиздат, 1975. 280 с.; Болота Западной Сибири. Их строение и гидрологический режим. Л.: Гидрометеоиздат, 1976. 447 с.

*Иванов К.Е.* Водообмен в болотных ландшафтах. Л.: Гидрометеоиздат, 1975. 280 с.

*Сукачев В.Н.* Болота, их образование, развитие и свойства. Избранные труды. Л.: Наука, 1973. Т. 2. С. 97–161.

Поэтому не случайно данные о видовом составе болотных фитоценозов, экологических и биоморфологических свойствах болотных растений и характере их ассоциирования между собой учитываются не только ботаниками, но и торфоведами, гидрологами, почвоведами и др.[1] Эти данные актуальны и в настоящее время для решения вопросов природоохранного и ресурсосберегающего характера. Они важны и при разработке кадастра торфяных болот как источника разноплановых сведений о болотах оцениваемой территории. Поскольку растительность, как биотический компонент, является не только частью природной среды, но и источником объективной диагностической информации о состоянии других ее компонентов (гидрологических условий, геоморфологических рубежей и др.).

В связи с тем, что растительность играет существенное значение при формировании изображения земной поверхности, различные сведения о ее морфологических и спектральных свойствах приобретают особенно важное значение при дешифрировании дистанционных материалов. Такие сведения использовались при дешифрировании космических снимков для составления кадастра болот.

*Таблица 16*

**Классификация болот на территории районов нефтедобычи Томской области**

| Тип | Подтип |
|---|---|
| 1. Низинные | 1.1. Древесное кустарничково-мохово-разнотравные болота (согра) |
| | 1.2. Кустарничково-мохово-разнотравные болота |
| | 1.3. Кустарничково-гипново-разнотравные болота |
| | 1.4. Евтрофное внутриболотное озеро |
| 2. Переходные | 2.1. Сфагново-разнотравные болота (топи) |
| | 2.2. Сфагново-разнотравные болота в истоках постоянных водотоков |
| | 2.3. Древесные кустарничково-сфагново-травяные болота |
| | 2.4. Сосновые сфагново-осоковые болота |
| | 2.5. Мезотрофное внутриболотное озеро |
| 3. Верховые | 3.1. Сосновое кустарничково-сфагновые болота (рям) |
| | 3.2. Грядово-мочажинные и мочажинные болота |
| | 3.3. Грядово-мочажинно-озерковые болота (с внутриболотными водными объектами нелинейной формы) |
| | 3.4. Грядово-мочажинно-озерковые болота (с внутриболотными водными объектами линейной формы) |
| | 3.5. Олиготрофное внутриболотное озеро |

С учетом вышеизложенного предложена двухуровневая классификация болот. Первый уровень предусматривает объединение бо-

[1] *Иванов К.Е.* Водообмен в болотных ландшафтах. Л.: Гидрометеоиздат, 1975. 280 с.

лот и внутриболотных озер в трн экологических типа (низинный, переходный и верховой). Внутри указанных выше категорнй по признакам структуры и состава растительности и гидрологическим признакам выделяются двенадцать подтипов болот второго классификационного уровня (табл. 16).

На втором уровие систематизации болот учитывались гидролого-морфологические характеристикн, обусловлеиные особениостями структуры и состава растительиости и спецнфическими гидрологическими характернстиками - интенсивностью водообмена н геометрней контуров стекания и втекания. Исключение составляют только грядово-мочажнниные и грядово-озерковые комплексы, гндрологическне характернстики которых достаточио сильно изменяются в зависимости от характера взаимосвязи с другими болотными комплексамн. В первом прнближении эти отличня коррелируют с формой болота. Это позволило выделить линейные и нелинейные формы грядово-мочажинных и грядово-озерковых комплексов. Первые прнурочены к стокоформирующим участкам болот и истокам рек, вторые, по сути, представляют собой бессточные участкн или участки с очень низкой интенсивностью водообмена. Таким образом, выделены трн экологические категории болот и 12 гидролого-морфологическнх категорнй, отличающихся друг от друга интенсивностью водообмеиа (модулн проточности), вндом сеток стекання, минерализацией болотных вод, преобладанием определенных типов н видов торфяной залежн и торфов. Именно они и были использованы в кадастре болот рассматриваемой террнторни Томской областн.

Практическое использование перечисленных подходов и принципов заключалось в выделении по материалам дистанционного зондирования земли (ДЗЗ) контуров болот с характерным спектральным рнсунком, определяемым составом доминантных и эдификаторных видов болотных растений н характером увлажненностн болотной поверхностн. В основном использованы данные многозональной космической съемки ИСЗ Landsat 7 с разрешением 30 м н уровнем обработки L1G, включающнм геометрическую и радиометрическую коррекцию изображений и привязку в картографическую проекцию. В качестве источников дополнительной информации использовались материалы лесной таксации, Кадастр торфяных месторождеинй Томской области, топографические карты масштаба 1:100000, схемы болотного, геоботанического, физико-географиче-

ского районирования и т.д., а в качестве топологической основы картографических материалов кадастра – электроиная государственная топографическая карта масштаба 1:200000.

Дешифрирование космоснимков и классификация болот проводились в два этапа. На первом этапе работа по дешифрированию заключалась в выявлении и векторизации внешних границ торфяных болот ручным способом. Автоматическое дешифрирование, осуществляемое по прямым спектральным признакам, на первом этапе неприемлемо из-за отсутствия разработанной региональной классификации болот, учитывающей специфичность спектральных характеристик различных болотных объектов. Ручное дешифрирование проводилось в целях предупреждения ошибочной идентификации последних на снимках с другими природными объектами (полями, гарями, техногенно-нарушенными земельными участками и др.).

На втором этапе дешифрирование снимков выполнялось с помощью автоматической классификации изображений анутренней неоднородности, методом максимального правдоподобия. Обоснование дешифровочных признаков было предварительно проведено на 25 опорных участках, расположенных в различных частях рассматриваемой территории. Результаты автоматической векторизации классифицированных изображений использовались для получения векторного покрытия, которое затем было генерализовано и сопоставлено с изображениями эталонных участков. Окончательная обработка векторных объектов и составление картографических композиций осуществлялись в ГИС ArcView.

*Таблица 17*

**Средние модули проточности ($M_r$) и сумма главных ионов ($\Sigma_и$) в болотных водах на территории Томской области**

| Болота | Характеристики | |
|---|---|---|
| | $M_r$, $см^2/с$ | $\Sigma_и$, $мг/дм^3$ |
| ГМК и ГОК, линейные формы (I) | 5,76 | 37,3 |
| ГМК и ГОК, нелинейные формы (II) | 1,59 | 59,8 |
| Сосново-сфагновые (III) | 1,42 | 124 |
| Топи на сфагновых болотах (IV) | 12,00 | 33,3 |
| Древесно-мохово-травяные (V) | 1,95 | 86,4 |
| Древесно-мохово-травяные (VI) | 180,0 | 189,7 |
| Мохово-травяные (VII) | 43,20 | 307 |

Следует отметить, что разнообразие болот на рассматриваемой территории обусловлено особенностями взаимосвязей гидрологиче-

ских биологических и биогеохимических процессов, что позволило на территории Томской области выделить несколько вариантов болот (табл. 17).

Обоснованность дифференциации болот по интенсивности водообмена хорошо подтверждается и при изучении гидрохимических показателей. Так, проверка на однородность рядов значений суммы главных ионов в болотных водах выявила значительные отличия в дисперсии между линейными и нелинейными формами грядово-мочажинных и грядово-озерковых комплексов, сосново-сфагново-выми, древесно-мохово-травяными (переходными и низинными) и мохово-травяными вариантами. Это позволило получить обобщенные гидрохимические характеристики болот с преобладанием тех или иных фитоценозов (табл. 18).

*Таблица 18*

**Результаты проверки на однородность по дисперсии выборок значений суммы главных ионов (отношения фактических значений критерия Фишера к критическим величинам $F/F_{кр}$)[1]**

| Болота | Болота (обозначения приведены в табл. 2) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII |
| I | 0,23 | 5,35 | 7,05 | **0,41** | 3,27 | 16,57 | 806,27 |
| II | 5,35 | 0,42 | 0,53 | **1,23** | 0,16 | 1,14 | 64,32 |
| III | 7,05 | 0,53 | 0,34 | **1,65** | 0,21 | 0,74 | 39,56 |
| IV | 0,41 | 1,23 | 1,65 | **0,11** | 0,85 | 4,31 | 181,56 |
| V | 3,27 | 0,16 | 0,21 | 0,85 | 0,11 | 0,55 | 23,03 |
| VI | 16,57 | 1,14 | 0,74 | 4,31 | 0,55 | 0,11 | 4,54 |
| VII | 806,27 | 64,32 | 39,56 | 181,56 | 23,03 | 4,54 | 0,51 |

В целом, болотные воды характеризуются как слабокислые (верховые и переходные, реже низинные) или нейтральные (низинные), пресные, с малой и средней минерализацией (до 200 и 200–500 мг/л соответственно). Низинные болота обычно гидрокарбонатные кальциевые или гидрокарбнатные магниевые, а верховые и переходные – гидрокарбонатные кальциевые, гидрокарбнатные магниевые, гидрокарбонатные натриевые, сульфатные натриевые[2]. Минерализация

[1] При $F/F_{кр} > 1$ гипотеза об однородности гидрохимических рядов, полученных для разных болот, отвергается с уровнем значимости 5%, в противном случае гидрохимические ряды считаются однородными, то есть статистически значимые отличия в гидрохимическом режиме разных болот отсутствуют.

[2] *Шварцев С.Л.* Гидрогеохимия зоны гипергенеза. М.: Недра, 1998. 366 с. *Шварцев С.Л., Рассказов Н.М., Сидоренко Т.Н., Здвижков М.А.* Геохимия природных вод района Большого Васюганского болота // Большое Васюганское болото. Современное состояние и процессы развития. Томск: Изд-во ИОА СО РАН, 2002. С. 139–149; *Базанов В.А., Савичев О.Г., Егоров Б.А., Крутовский А.О.* Антропогенные изменения макрокомпонентного со-

вод верховых и переходных болот обычно заметно меньше, чем в низинных болотах, причем в катионном составе вод верховых болот значительно возрастает доля ионов натрия и магния, а в анионном – резко усиливается доля хлорид- и сульфат-ионов (рис. 5). При этом наблюдается два уровня связи минерализации болотных вод с интенсивностью водообмена: для верховых (и переходных) и низинных болот (рис. 6).

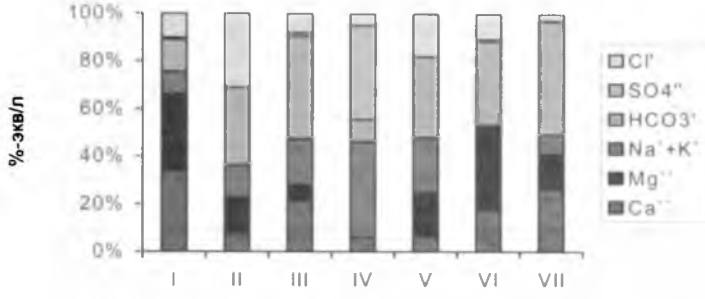



Рис. 5. Соотношение концентраций макрокомпонентов в %-экв/л

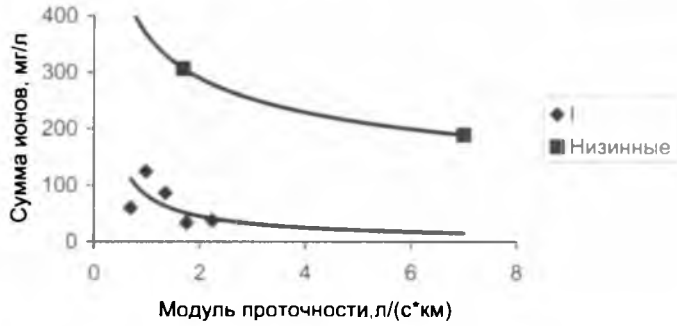



Рис. 6. Зависимости величины суммы главных ионов от среднемноголетней величины проточности в верховых, переходных (I) и низинных болотах (II) на территории Томской области

---

става болотных вод на территории Томской области // Болота и биосфера: Материалы второй научной школы. Томск: Изд-во Том. гос. пед. ун-та, 2003. С. 94–101; *Савичев О.Г., Базанов В.А., Здвижков М.А.* Химический состав природных ландшафтов с разной степенью антропогенной нагрузки // Проблемы поисковой и экологической геохимии Сибири: Труды Всерос. научн. конф. Томск: Изд-во Том. политех. ун-та, 2003. С. 274–276.

Таким образом, в результате проведенного анализа установлены статистически значимые различия линейных и нелинейных форм ГМОК, топей сфагновых болот, верховых сфагново-кустарничковых, сосново-сфагновых, переходных и низинных древесно-мохово-травяных и низинных мохово-травяных болот по минерализации и макрокомпонентному составу, обусловленные соответствующими различиями в интенсивности водообмена и, следовательно, минеральном питании растительности, выносом и трансформацией продуктов распада растительных остатков и другими показателями гидрологических и гидрохимических критериев.

Следует отметить, что площадь территории, для которой разрабатывался кадастр, составляет 138,3 тыс км$^2$, в том числе земли, занятые торфяными болотами, - 65 тыс. км$^2$, то есть 47 % площади района работ. В результате выполненных исследований впервые для рассматриваемой территории были обозначены контуры болот и проведена идентификация последних в соответствии с принятыми типами и подтипами. В результате выделено одиннадцать ландшафтно-гидрологических типов болот и три типа внутриболотных озер, сведения по ним представлены в табл. 19.

*Таблица 19*

**Типы и площади распространения болот на рассматриваемой территории Томской области**

| Типы и подтипы болот и внутриболотных озер | Площадь, км$^2$ |
|---|---|
| Древесное кустарничково-мохово-разнотравное болото (согра) | 726192,50 |
| Кустарничково-мохово-разнотравное болото | 67801,69 |
| Кустарничково-гипново-разнотравное болото | 84329,83 |
| Ефтрофное внутриболотное озеро | 17147,63 |
| Всего низинных болот | 895 472 |
| Сфагново-разнотравное болото (топь) | 1142306,57 |
| Сфагново-разнотравное болото в истоках постоянных водотоков | 229358,42 |
| Древесное кустарничково-сфагново-травяное болото | 208506,90 |
| Сосновое сфагново-осоковое болото | 1089746,23 |
| Мезотрофное внутриболотное озеро | 6260,04 |
| Всего переходных болот | 2 676 178 |
| Сосновое кустарничково-сфагновое болото (рям) | 1533255,19 |
| Грядово-мочажинное и мочажинное болото | 2736750,71 |
| Грядово-мочажинно-озерковое болото (с озерками нелинейной формы) | 956196,91 |
| Грядово-мочажинно-озерковое болото (с озерками линейной формы) | 58160,29 |
| Олиготрофное внутриболотное озеро | 114754,23 |
| Всего верховых болот | 2 936 042 |
| **Итого** | **6 507 692** |

Согласно полученным данным наибольшую площадь в пределах рассматриваемой территории занимают верховые болота. Особенностью их эволюции является то, что они формируются в основном на положительных элементах рельефа водоразделов рек и террас крупных рек в условиях преобладания атмосферного водного питания. К возникшим условиям адаптированы специфичные и глубоко специализированные сообщества, отличающиеся очень устойчивой организацией, постоянным флористическим составом, определенной структурой и экологией. Ценотическую основу этих сообществ образуют, преимущественно, сфагновые мхи, а сами сообщества являются олиготрофными. Одной из важнейших адаптационных особенностей этих сообществ к условиям среды является чрезвычайно высокая неоднородность пространственной структуры, обусловленная биоморфологическими и эколого-биологическими свойствами болотных растений, и в первую очередь сфагновых мхов.

Переходные болота занимают несколько меньшую, чем верховые болота, площадь. На рассматриваемой территории они обычно отнесены к периферийным участкам верховых водораздельных болот, выраженным в рельефе долинам мелких водотоков и поймам отдельных крупных рек. Мезотрофные безлесные болота (топи выклинивания), как правило, являются истоками постоянных водотоков.

По определению мезотрофные болота имеют свойства, переходные между низинными и верховыми болотами. Так, для переходных болот характерно смешанное питание, а вклад атмосферных осадков в водное питание этих болот более значителен, чем для низинных болот. Данное обстоятельство закономерно отражается на химическом составе болотных вод, а значит, и минеральном питании болотной растительности. Эта растительность характеризуется распространением мезотрофных сообществ – преимущественно сфагново-разнотравными и сфагново-разнотравно-древесными сообществами.

Площадь распространения низинных болот заметно меньше площади под верховыми и переходными болотами. В пределах рассматриваемой территории низинные болота расположены, как правило, в притеррасных частях речных долин, в редких случаях – на водоразделах рек. В водном питании этих болот существенно увеличивается доля грунтовых вод. Вследствие этого растительность низинных болот формируется в условиях повышенной, по сравнению с

прочими болотами, минерализацией болотных вод, что обусловливает доминирование в растительном покрове мохово-травяных и мохово-травяных древесных евтрофных сообществ.

Кадастр болот предназначен для использования органами исполнительной власти и хозяйствующими субъектами при планировании хозяйственной деятельности с учетом принципов рационального природопользования и охраны болот. Ведение кадастра подразумевает оперативное получение сведений о типе болот в любой точке или районе территории, охваченной кадастрированием, что позволяет значительно снизить риски необоснованных управленческих решений в части размещения экологически опасных производств.

## 3.3. Метод фитоиндикации при составлении ландшафтно-экологических карт торфяных болот таежной зоны Западно-Сибирской равнины

Ландшафтно-экологическое картирование таежной зоны Западно-Сибирской равнины связано с методологическими проблемами, первая из которых отсутствие единого понимания того, что есть болото - водный объект, геологическое тело, почвенно-растительное образование или нечто иное. Далеко не всегда понятны структура и местоположение границ болотных ландшафтов, что создаёт проблемы с классификацией болот и заболоченных территорий.

Под болотом мы понимаем природный объект с замедленным водообменом, наличием болотной растительности, накапливающий органическое вещество в виде торфа. Болотная растительность в значительной степени определяет спектральные свойства болотной поверхности, отражающиеся на космических снимках. Растительность и ее пространственная организация могут использоваться для выделения болотных и внутриболотных экосистем и разработки методов их картирования. В работе использован фитоиндикационный метод в ландшафтно-экологических исследованиях и картировании труднодоступных заболоченных территорий. Исследован участок в центральной части таёжной зоны Западной Сибири, на севере и западе Томской области, площадью около 140 000 км$^2$, схема которого приведена на рис. 7.

Рис. 7. Схема размещения района исследований (с ключевыми участками №1 и 2)

Метод фитоиндикации применяется для решения гидрологических, инженерно-геологических, топогеодезических и геоботанических задач достаточно давно. Его теоретической основой являются представления о тесной взаимосвязи фитомасс, под которыми понимается органическое вещество, накопленное к данному моменту времени надземной и подземной частями растений природно-территориального комплекса. Фитомассы обладают ярко выраженными текстурно-структурными особенностями, отражающими специфику радиационного баланса, проявлений водного режима и истории развития природно-территориального комплекса[1]. Ключевым

[1] *Беручашвили Н.Л.* Геофизика ландшафта. М.: Высш. шк., 1990. 287 с.; *Сукачев В.Н.* Болота, их образование, развитие и свойства // Избранные труды. Л.: Наука, 1973. Т. 2. С. 97–161; *Перельман А.И.* Геохимия ландшафта. М.: Высш. шк., 1975. 342 с.; *Иванов К.Е.* Водообмен в болотных ландшафтах. Л.: Гидрометиздат, 1975. 290 с.

понятием для данного метода являются индикаторы – виды растений или их сочетания, обладающие значимой и постоянной связью с определенными экологическими условиями на зональном, региональном и локальном (ландшафтном) уровнях[1] Соответственно, выделяют зональные, региональные и локальные фитоиндикаторы. Применяются также постоянные и переменные, положительные и отрицательные, прямые и косвенные фитоиндикаторы[2]. Известно, что растительностью в значительной степени определяются спектральные свойства изображений (физиономического рисунка) различных природных объектов и процессов на аэро- и космоснимках[3].

Однако видовой состав растительного покрова не всегда позволяет с достаточной достоверностью дешифрировать природные выделы по материалам дистанционного зондирования. Спектральные свойства изображения на аэро- и космических снимках определяются не только видовым составом растительных группировок, но и сочетанием определенных жизненных форм растений. Это особенно важно учитывать при картировании болотных ландшафтов.

Алгоритм, основанный на фитоиндикации, в общих чертах состоит из следующих шагов. 1) выявление индикаторов, 2) оценка их эффективности и надёжности, 3) изучение экологических связей индикатора и объекта индикации, 4) географический анализ индикационных связей; 5) картографическое отображение индикационных связей; 6) использование индикационных связей и картографических отображений для решения прикладных и научных задач Практическая реализация этого алгоритма зависит от исследуемого объекта.

Специфика использования фитоиндикационного метода для болотных экосистем заключается в следующем Во-первых, основным объектом индикации является болото, которое представляет собой

---

[1] *Виноградов Б В.* Экологическая компенсация, замещаемость и экстраполяция растительных индикаторов // Растительные индикаторы почв, горных пород и подземных вод М Наука, 1964 С 210–219; *Викторов С В Востокова Е А Вышивкин Д Д* Некоторые вопросы теории геоботанических индикационных исследований // Растительные индикаторы почв, горных пород и подземных вод М Наука, 1964 С 7–11

[2] *Иванов К Е* Водообмен в болотных ландшафтах Л Гидрометиздат, 1975 290 с.; *Виноградов Б В* Экологическая компенсация, замещаемость и экстраполяция растительных индикаторов // Растительные индикаторы почв, горных пород и подземных вод М Наука, 1964 С 210–219

[3] *Викторов С В, Востокова Е А Вышивкин Д Д* Некоторые вопросы теории геоботанических индикационных исследований // Растительные индикаторы почв горных пород и подземных вод М Наука, 1964 С 7–11

не только водный, почвенный, геологический или биологический объект, но и обладает сразу всеми их свойствами. Во-вторых, при исследовании болот выявление индикаторов и индикационных связей базируется на выделении трёх экологических групп растений по типу минерального питания – олиготрофов, мезотрофов и эвтрофов. Болотные растения различаются между собой также и реакцией на условия увлажнения. В-третьих, в зависимости от интенсивности водообмена, радиационного, водного и гидрохимического баланса, условий дренирования наблюдаются характерные морфологические формы растений. Именно сочетание жизненных форм растений и определяет спектральные свойства растительности, позволяющие дифференцировать болота на космических снимках. В центральной части таежной зоны Западной Сибири нами выделено шестнадцать форм роста растений, в том числе четыре формы у деревьев, четыре – у кустарничков, пять – у трав и три – у мхов. Семь из шестнадцати форм роста, выделенных нами, используются и другими авторами[1], остальные девять вводятся в научный обиход впервые на основании наших исследований (табл. 20).

*Таблица 20*

**Морфологическая классификация болотных растений центральной части таежной зоны Западной Сибири**

| Жизненная форма | Форма роста | Название вида растения |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| Деревья | Iа. Топяная (Uliginosa Ab Suc.) стволы деревьев высотой 8–12 м и диаметром 15–25 см; овальная крона занимает ¼ часть ствола; корневая система поверхностная, корневая шейка расположена на глубине 15–20 см | Pinus sylvestris F |
| | Iб Рямовая (F.Litvinovii Suc): стволы высотой 2–4 (6) м и диаметром 2–8 см; шаровидная крона занимает около 1/3 ствола; корневая система поверхностная, корневая шейка расположена на глубине 35–45 см | Pinus sylvestris |
| | Iв Болотная высота ствола 2–5 м, диаметр 4–12 см; крона кедра цилиндрическая, нижняя часть ствола очищена от ветвей; крона берез в виде усеченного конуса, нижняя часть ствола очищена от ветвей, корневая система поверхностная, корневая шейка расположена на глубине 15–25 см | Betula pubescens<br>Pinus sibirica |

[1] *Сукачев В.Н.* Болота, их образование, развитие и свойства // Избранные труды. Л.: Наука, 1973. Т. 2. С. 97–161; *Серебряков И.Г.* Экологическая морфология растений. М., 1962. 379 с.

*Продолжение табл. 20*

| 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|
| | 1г Лесная высота ствола 18–24 м, диаметр его на высоте 1,2–1,5 м 25–35 см | Betula pubescens, Pinus sylvestris, Pinus sibirica |
| Кустарники и кустарнички | 2а Ветвеукореняющиеся, вегетативно подвижные кустарники и кустарнички (скелетные оси в подземной и надземной средах ориентированы горизонтально) | Chamaedaphne calyculata, Ledum palustre, Betula nana |
| | 2б Ветвеукореняющиеся, вегетативно неподвижные кустарники и кустарнички (скелетные оси в подземной и надземной средах ориентированы вертикально или слабонаклонно) | Chamaedaphne calyculata, Ledum palustre, Salix lapponum, S myrtulloides |
| | 2в Настоящие ползучие кустарнички [Серебряков, 1962] (вегетативная подвижность осуществляется плагиотропными столонами) | Andromeda polyfolia |
| | 2г Вегетативно-подвижные кустарнички шпалерного типа [Серебряков, 1962] | Oxiceccus palustris, us |
| Травы | 3а Кочки цилиндрические высота кочек до 0,5 м, диаметр до 0,35 м | Carex caespitosa |
| | 3б Кочки полусферические высота кочек до 0,1 м, диаметр до 0,2 м | Eriophorum vaginatum |
| | 3в. Плотно связанные дерновины [Серебряков, 1962] (подземные побеги, узлы кущения, питающие корешки, сжаты в плотную дерновину, форма характеризуется слабой вегетативной подвижностью) | Menianthes trifoliate, Carex globularis, C lasiocarpa, C rostrata и др |
| | 3г Рыхло связанные дерновины [Серебряков, 1962]. плагиотропные подземные побеги, узлы кущения и питающие корешки рыхло распределены в почве, растения этой формы вегетативно подвижны) | Menianthes trifoliate, Eriophorum vaginatum, Thelypteris palustris, Scheuchzeria palustris и др |
| | 3д Длинокорневищные растения [Серебряков, 1962] ортотропные побеги удалены друг от друга и связаны длинными плагиотропными корневищами или столонами вегетативно подвижны | Comarum palustre, Menianthes trifoliate, Scheuchzeria palustris, Carex limosa и др |
| Мхи | 4а. Плотно связанные дерины мощность дернин до 20–25 см, стебельки в дернине стоят вертикально и плотно сопрягаются друг с другом | Sphagnum fuscum, S.magellanicum, Tomenthypnum nitens и др |
| | 4б. Плотно связанные дерины мощность дернин до 10 см, побеги в дернине ориентированы вертикально или наклонно и рыхло сопрягаются друг с другом | Sphagnum fuscum, S angustifolium, S wulfianum, S.majus и др |
| | 4в Несвязанные дернины мощность дернин около 5 см, побеги мха взвешены в воде и не связаны между собой | S majus, S.balticum и др |

Спецификой ландшафтов, образованных торфяными болотами, в отличие от ландшафтов на минеральных грунтах, являются подземные органы растений. На болотах они (корни трав, кустарников, дер-

нины сфагновых и гипновых мхов и др.) и отмершие остатки растений становятся конструктивным элементом болотной поверхности. Экологические системы, различные по составу жизненных форм и видов растений, существенно различаются между собой и на космических снимках. Особенно наглядны такие различия в комплексно организованных экосистемах (грядово-мочажинных, клумбово-топяных и др.), характерной особенностью микрорельефа которых является дифференциация положительных и отрицательных элементов.

Таким образом, разные биоформы выполняют различные функции в конструкции болотной экосистемы. Выделяется группа растений, создающих благодаря особенностям своей формы роста армирующую основу растительного сообщества. Например, опорными структурами могут быть осоковые и пушицевые кочки, корневые системы деревьев, корневища и побеги трав, грубые ветви кустарничков. Побеги, погруженные в моховую дернину и торф, тонкие косо направленные ветви кустарничков, корневища трав, переплетаясь между собой, тоже скрепляют арматурную конструкцию подземной части сообщества. Наконец, механически слабые и непрочные побеги сфагновых и гипновых мхов заполняют пространство между армирующими элементами, используя их как опору. Сопряженный годовой прирост побегов цветковых растений и мхов обеспечивает им вертикальную ориентацию в дернине.

Особенности строения болотной поверхности на участке Васюганского болота со сфагново-кустарничково-сосновой растительностью приводятся на рис. 8.

Мощная (до 25 см) моховая дернина, с вертикально стоящими и плотно прилегающими друг к другу побегами сфагна бурого, пронизана по всей толще ветвями с густым войлоком придаточных корешков кустарничков и кориями сосны. Сфагновые мхи в этой конструкции играют роль наполнителя, а сеть корней и корешков – роль арматурных элементов, придавая всей конструкции упругость, способную выдерживать высокие механические нагрузки (давление снежного покрова и ветра на кроны деревьев). Молодые гибкие ветви кустарничков служат вертикальными опорами, способствуя увеличению прочности и лучшей связности горизонта и обеспечивая побегам сфагновых мхов возможность вертикального роста. Роль прочных арматурных элементов выполняют горизонтальные корни сосны, расположенные на разных глубинах.

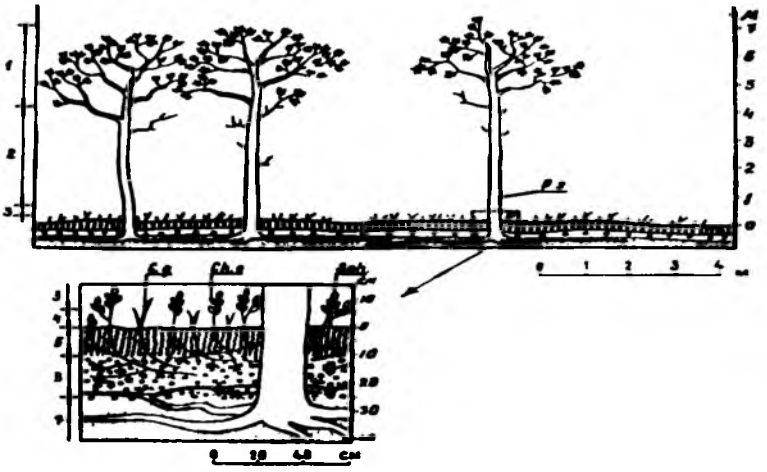


Рис. 8. Строение поверхности сфагново-кустарничково-сосновой системы (рослый рям)

Поиск связей между фитоиндикаторами и объектами индикации является ключевым этапом классификации болотных экосистем. Эта классификация должна включать два основных уровня болотных ландшафтов: 1) по режиму минерального питания растений; 2) по составу, строению доминирующих видов растений. Первый уровень подразделяется на три типа по преобладанию водно-минерального питания болотной растительности: 1) эвтрофный; 2) мезотрофный; 3) олиготрофный. В свою очередь, внутри каждого типа выделяются подтипы (второй уровень), характеризующиеся различным составом и строением доминирующих видов.

Классификация растительных сообществ торфяных болот, используемых в качестве фитоиндикаторов, приведена в табл. 21. Некоторые подтипы достаточно хорошо выявляются по характеру преобладающих биоформ, но плохо изучены с точки зрения гидрологии и гидрохимии, что определяет направление дальнейших исследований индикационных связей

*Таблица 21*

**Классификация растительных сообществ и их комбинаций для торфяных болот**

| Тип | Подтип |
|---|---|
| 1. Низинные | 1.1. Высокорослые смешанные древесные (*береза, кедр и сосна*) – кустарничково (*багульник голубика*) – разнотравно (*вахта сабельник*) моховые (**согра**)<br>1.2. Низкорослые смешанные древесные (*береза, кедр и сосна*) кустарничково (*багульник*) – разнотравно (*вахта, сабельник*) – моховые (**согра**)<br>1.3. Березово-кустарничково (*багульник*) – разнотравные (*вахта, осока дернистая*)<br>1.4. Кустарничковые (*береза карликовая и приземистая клюква болотная*) разнотравно-гипновые (**топи**)<br>1.5. Кустарничковые (*береза карликовая и приземистая клюква болотная*) – мохово-разнотравные с единичными экземплярами низкорослых деревьев (*сосна, береза*) (**топи**)<br>1.6. Вахтовые (топи)<br>1.7. Тростниковые и тростниково-осоковые с редким древостоем (*береза*) (**топи**)<br>1.8. Грядово-мочажинные комплексы<br>1.9. Разнотравные (*хвощ топяной, сабельник и др.*) (топи) |
| 2. Переходные | 2.1. Кустарничковые (*клюква болотная*) осоково (*осока волосистоплодная растрата*) – сфагновые (топи)<br>2.2. Кустарничковые (*клюква болотная*) осоково (*осоки волосистоплодная растрата*) – сфагновые (топи)<br>2.3. Кустарничковые (*клюква болотная*) осоково (*осоки растрата, топяная*) – сфагновые (топи)<br>2.4. Малорослые смешанные древесные (*сосна береза*) кустарничково (*багульник*) - разнотравно (*пушица влагалищная*) – сфагновые<br>2.5. Сосновые кустарничково (багульник) – осоково (осока круглоплодная) – сфагновые<br>2.6. Грядово (*осоки волосистоплодная, клюква болотная разреженные насаждения березы сфагновые мхи*) – мочажинно (*клюква болотная, осоки растрата вахта сфагновые мхи*) – комплексные |
| 3. Верховые | 3.1. Сосновые кустарничково (*багульник, кассандра*) – пушицево-сфагновые (**рямы**)<br>3.2. Сосновые кустарничково (*багульник кассандра*) пушицево-сфагновые (**рослые рямы**)<br>3.3. Мочажинные (*шейхцерия пушица сфагновые мхи*)<br>3.4. Грядово (*низкорослые насаждения сосны, багульник, кассандра, пушица сфагновые мхи*) – мочажинные (*шейхцерия, пушица, сфагновые мхи*)<br>3.5. Грядово (*низкорослые насаждения сосны багульник, кассандра, пушица сфагновые мхи*) - мочажинно (*шейхцерия, пушица, сфагновые мхи*) - озерковые<br>3.6. Мочажинно (*шейхцерия, пушица, сфагновые мхи*) – озерковые |

При составлении ландшафтной карты болот на изучаемой территории были использованы данные многозональной космической съемки ИСЗ Landsat 7 с разрешением 30 м и уровнем обработки L1G, включающим геометрическую и радиометрическую коррекцию изображений и привязку в картографической проекции. Дешифрирование космоснимков выполнено в системе ENVI, картографические работы в ГИС ArcView. В качестве топографической основы использована электронная государственная топографическая карта масштаба 1:200000.

Выделение типов и подтипов болотных экосистем проводилось на основе анализа их спектральных характеристик, которые определяются набором биоформ произрастающих на болотах растений. Предварительно по данным полевых исследований были составлены обучающие выборки по 25 опорным участкам. При этом использовался синтез 5, 4, 2 каналов, позволивший наиболее уверенно выделять объекты не только по яркостным показателям, но и использовать косвенные признаки (геометрические и текстурные характеристики, а также пространственное взаиморасположение морфологически обособленных природных объектов). Полученные выборки использовались для автоматизированной классификации с обучением (применялся метод максимального правдоподобия). В результате были получены границы типов и подтипов болотных экосистем. При классификации использовались 1–5-спектральные каналы, имеющие пространственное разрешение 30 м и соответствующие 5-спектральным диапазонам видимой и инфракрасной частей спектра (в мкм): 1) 0,45–0,52; 2) 0,52–0,60; 3) 063–0,69, 4) 0,76–0,90; 5) 1,55–1,75.

На заключительном этапе проводилась коррекция полученных материалов с учетом имеющихся данных лесной таксации, кадастра торфяных месторождений Томской области, топографических карт масштаба 1:100000, схем болотного, геоботанического, физико-географического районирования, а также визуального анализа пространственного размещения определенных типов болотных ландшафтов. Результатом исследования стала карта болотных экосистем центральной части таёжной зоны Западной Сибири (рис. 9).

Виды болотных растений и формируемые ими сообщества могут служить индикаторами гидрохимических условий болот, поскольку различаются по потребностям в содержании важнейших биофильных элементов в болотных водах. В этой связи болотные растения и

сообщества принято объединять в 3 категории: евтрофную, мезотрофную и олиготрофную. Фрагмент карты гидрохимических условий на болотах показан на рис. 9. Состав доминирующих видов болотных растений (и их жизненных форм), используемых нами в качестве индикаторов гидрологических и гидрохимических условий торфяных болот, приведен в табл. 22.

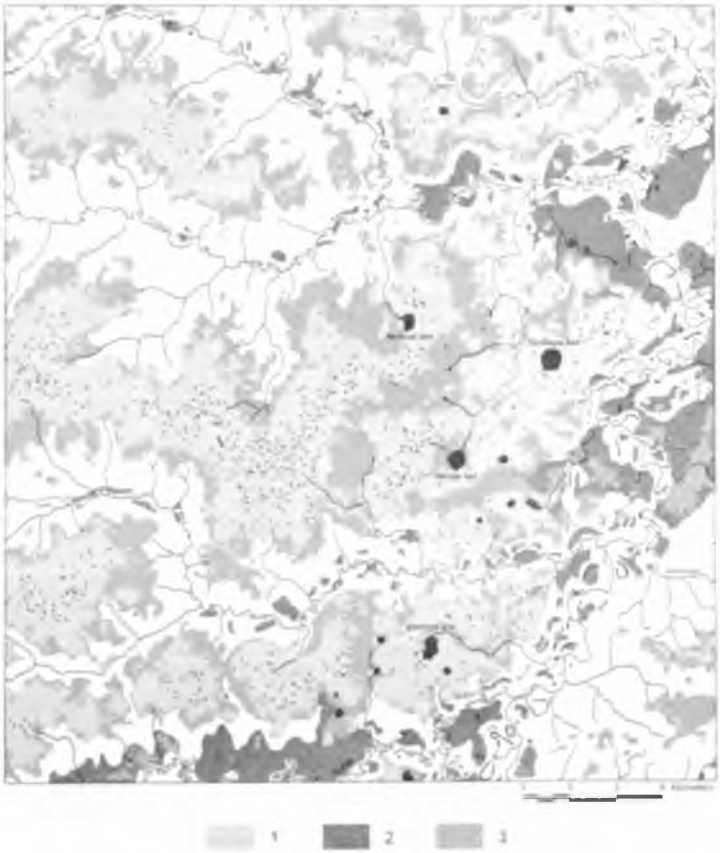



Рис. 9. Карта гидрохимических условий на болотах (фрагмент №1).
*1* – олиготрофные, *2* – евтрофные, *3* – мезотрофные участки

По типу минерального питания болотной растительности выделяются три типа болот: евтрофные (низиниые), мезотрофные (переходные) и олиготрофиые (верховые). Эти типы различаются в первую очередь местоположением в рельефе и, вследствие этого, химическим составом болотных вод Некоторые показатели химического состава болотиых вод по трем типам приведены в табл. 22.

*Таблица 22*

**Средний химический состав болотных вод Томской области**[1]

| Показатель, мг/дм³ | Евтрофные | Мезотрофные | Олиготрофные |
|---|---|---|---|
| pH | 6,59 | 5,17 | 4,41 |
| $Ca^{2+}$ | 29,4 | 9,1 | 6,7 |
| $Mg^{2+}$ | 12,8 | 5,2 | 1,4 |
| $Na^{+}+K^{+}$ | 15,5 | 2,9 | 1,4 |
| HCO | 189,0 | 29,7 | 10,9 |
| Сумма главных ионов | 247,5 | 58,1 | 30,9 |

Евтрофиые условия на болотах обследуемой территорни формируются в осиовном в долинах рек, в местах выхода на дневную поверхность напорных подземных вод. Болота, сформированные в долинах рек, могут увлажняться как атмосферными осадками, так и почвенно-грунтовыми водами. Атмосфериые осадки в водном балансе питания значительно уступают подземным водам Размещаются эти болота, как правило, в тыльной части низких террас долин крупных рек, в долинах мелких рек и, редко, на водоразделах рек. Единственным примером приуроченности низинных болот к водораздельиому пространству на выбранной территорин является южная часть Обь-Иртышского междуречья, где залегает крупиейшее в мире Большое Васюганское болото.

Более богатое мииеральное питание является причиной доминирования в растительном покрове характерных для низинных болот мохово-травяных и мохово-травяных древесных евтрофиых сообществ. Евтрофной растительности присуще высокое разнообразие формирующих ее сообществ, отличающихся друг от друга биоморфологическим и видовым составом растений, а также сложностью строения Евтрофиые болота характеризуются большим диапазоном колебаний показателей минерализации и интенсивности водообмена.

---

[1] *Савичев О Г* Влияние болот на гидрохимический сток в бассейне Средней Оби (в пределах Томской области) // Известия Томского политехнического университета 2005 Т 308, № 3 С 47-50

Тем не менее вид зависимости сохраняется чем больше проточность, тем меньше содержание растворенных солей

Мезотрофные условия водно-минерального питания на болотах по определению являются переходными между евтрофными и олиготрофными Так, для переходных болот, как и для низинных, характерно питание грунтовыми водами, но связь между болотными и подземными водами затруднена или имеет сезонный характер Атмосферные осадки являются дополнительным источником их водно-минерального питания Это обстоятельство сказывается на химическом составе болотных вод, а значит, и минеральном питании болотной растительности Растительность этих болот формируют мезотрофные сообщества Минерализация вод переходных болот меньше, чем низинных, но выше, чем верховых болот.

Мезотрофная растительность характеризуется высоким разнообразием видового состава и набора жизненных форм, включающих не только типично мезотрофные виды, но и олиготрофные и евтрофные На рассматриваемой территории эта растительность представлена, преимущественно, сфагново-разнотравными и сфагново-разнотравно-древесными сообществами. Безлесные мезотрофные болота принято называть топями.

Мезотрофные болота в районе исследований приурочены обычно к периферийным участкам верховых болот, долинам выраженных в рельефе мелких водотоков, и поймам крупных рек. Гидрологические условия мезотрофных болот отличаются наибольшими значениями увлажненности. В периоды высоких уровней болотных вод на топях выклинивания наблюдается не только фильтрационный, но и поверхностный сток Эти болота характеризуются всплываемостью болотного субстрата и образованием внутризалежных водотоков. В летне-весеннее время их поверхность оказывается чрезмерно увлажненной, моховая дернина частично всплывает, а отдельные участки, скрепленные мерзлотой, оказываются под водой. В дальнейшем эта избыточная алага медленно поступает в заболоченные леса и в верховья поверхностных водотоков

Олиготрофные условия на болотах формируются в основном на водораздельных пространствах, террасах крупных рек в условиях атмосферного водно-минерального питания Условия обеспечения растений биофильными минеральными элементами на этих болотах достаточно стабильны как в пространстве, так и во времени. Они зависят

только от изменения состава атмосферного потока аэрозолей, которые характеризуются, с одной стороны, крайне низкой обеспеченностью минеральными элементами (около 40 мг/л), а с другой - непостоянством выпадения. К таким, поистине уникальным, условиям адаптированы глубоко специализированные сообщества, отличающиеся очень устойчивой организацией, постоянным флористическим составом, определенной структурой и экологией. Ценотическую основу этих сообществ образуют преимущественно сфагновые мхи, а сами сообщества принято называть олиготрофными.

Одно из важнейших адаптационных приспособлений болотных сообществ - чрезвычайно высокая неоднородность пространственной структуры. Для болот рассматриваемой территории характерно широкое распространение комплексных сообществ: грядово-мочажинных, грядово-мочажинно-озерковых и др. Происхождение озер обусловлено развитием болотного процесса.

На олиготрофных болотах минерализация болотных вод наименьшая среди всех видов болот, что объясняется наихудшими условиями для разложения органического вещества, при практически полном отсутствии контакта вод с минеральными грунтами и пониженной интенсивностью водообмена. Вследствие этого создаются более благоприятные условиями накопления продуктов разложения органического вещества в виде торфа.

Гидрологические условия болот характеризуются значительной изменчивостью физического состояния болотной воды во времени и пространстве. В настоящей работе рассматривается один из важнейших показателей гидрологических условий - интенсивность перемещения воды на территории болот и за их пределами на основании данных фитоиндикации. По данным многочисленных исследований, основными факторами, определяющими гидрологический режим на болотах, являются мощность деятельного горизонта, величина коэффициента фильтрации особенности торфообразования. В формировании гидрологических условий болот Западно-Сибирского региона значительную роль играет высокая пространственная неоднородность болотных ландшафтов.

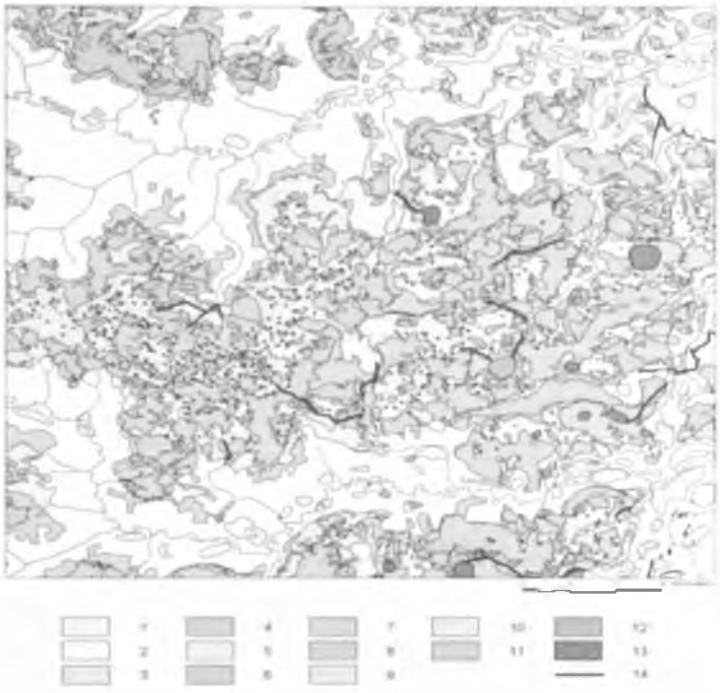


Рис. 10. Карта гидрологических условий (фрагмент №2)

*Таблица 23*

**Легенда к карте гидрологических условий (рис. 10)**

| № | Типы выделов карты гидрологических условий и их индикационные признаки |
|---|---|
| 1 | 2 |
| 1 | евтрофное древесное мохово-разнотравное болото; однородная залесенная поверхность, сток фильтрационный в пределах деятельного горизонта в сторону водотоков; |
| 2 | евтрофное мохово-разнотравное болото; однородная безлесная поверхность, место выхода подземных вод, сток фильтрационный в пределах деятельного горизонта по периметру контура; |
| 3 | мезотрофное сфагново-осоковое топяное болото в зонах контакта «торф – минеральный грунт»; однородная безлесная поверхность, место сбора фильтрационных вод с болота и леса на минеральных грунтах и перевода в подземный сток; |

*Продолжение табл. 23*

| 1 | 2 |
|---|---|
| 4 | мезотрофное сфагново-осоковое топяное болото, в пределах торфяных болот, однородная безлесная поверхность, место сбора фильтрационных вод с примыкающих участков болот и перевода в русловой сток и/или в понижения рельефа, |
| 5 | мезотрофное сфагново-осоковое топяное болото в истоках постоянных водотоков, однородная безлесная поверхность, место сбора фильтрационных вод с примыкающих участков болот и перевода в русловой сток истоков рек, |
| 6 | мезотрофное древесное сфагново-травяное болото, однородная залесенная поверхность, сток фильтрационный в пределах деятельного горизонта в сторону водотоков, |
| 7 | мезотрофное сосновое сфагново-осоковое болото, первичные изолированные очаги первичного торфообразования в депрессиях рельефа или периферии болот, однородная залесенная поверхность, сток фильтрационный в пределах деятельного горизонта и перевода в грунтовый сток, |
| 8 | олиготрофное сосновое кустарничково-сфагновое болото (рям), однородная залесенная поверхность, сток фильтрационный в пределах деятельного горизонта по всему контуру на сопредельные участки болота, |
| 9 | олиготрофное грядово-мочажинное и мочажинное болото, неоднородная поверхность с пространственно не ориентированными элементами сток фильтрационный в пределах деятельного горизонта по периметру контура на сопредельные участки болота, |
| 10 | олиготрофное грядово-мочажинно-озерковое болото (с озерками нелинейной формы), неоднородная поверхность с пространственно не ориентированными элементами, сток фильтрационный в пределах деятельного горизонта по периметру контура на сопредельные участки болота, |
| 11 | олиготрофное грядово-мочажинно-озерковое болото (с озерками линейной формы), неоднородная поверхность с параллельно ориентированными элементами, сток фильтрационный в пределах деятельного горизонта по периметру в сторону русла водотоков и или в понижения рельефа |
| 12 | мезотрофное внутриболотное озеро |
| 13 | олиготрофное внутриболотное озеро |
| 14 | внутриболотные водотоки |

По совокупности фитоиндикационных признаков в районе исследований (рис. 10) установлено 14 категорий гидрологических условий болот. При установлении границ участков с различными гидрологическими условиями использовались данные дешифрирования космических снимков и наземных гидрологических, ботанических, топогеодезических и геоморфологических исследований. Дешифрирование снимков основывалось преимущественно на данных спектральных изображений растительных сообществ и их пространственных комбинаций, приведенных в табл. 23.

На карте гидрологических условий (рис. 10) размещение рассматриваемых категорий хорошо согласуется с общими географическими особенностями развития болотного процесса в таежной зоне Западной Сибири. Подтверждением этому является абсолютное пре-

обладание по занимаемой площади типов болот, находящихся на водораздельных территориях. Характерной особенностью этих категорий является ровная поверхность с малыми уклонами земной поверхности, высокая заозеренность и сброс поверхиостной воды, преимущественно фильтрационным способом. Этот сток осуществляется не в русло водотоков, а на территорию прилегающих лесов. Ограниченный сброс воды с болот в русло водотоков подтверждается и небольшой площадью безлесных топей. Поскольку их гидрологическая функция заключается в дренировании территории.

Участок картирования, на котором опробован метод фитоиндикацни, расположен в границах подзон средней и южной тайги Западной Сибири. Площадь территории составляет 138,3 тыс. км$^2$, в том числе земли, занятые торфяными болотами, – 65 тыс. км$^2$, то есть 47 % площади района исследований. В результате впервые для рассматриваемой территории по данным космической съемки были выделены контуры болот, проведена их идентификация в соответствии с принятой классификацией и составлена электронная ландшафтно-экологическая карта болот.

Наибольшую площадь в пределах рассматриваемой территории занимают верховые болота (29,4 тыс. км$^2$). Их особенностью является формирование в основном на положительных элементах рельефа водоразделов рек, террас крупных рек в условиях преобладання атмосфериого водного питання Переходные болота занимают несколько меньшую, чем верховые болота, но все же очень большую площадь (26,7 тыс. км$^2$). На изучаемой территории переходные болота обычно приурочены к периферийным участкам верховых водораздельных болот, выраженным в рельефе долинам мелкнх водотоков и долинам отдельных крупных рек. Площадь распространення низнинных болот заметно меньше площади под верховыми и переходными болотами (8,9 тыс км$^2$). В пределах рассматриваемой территории низинные болота расположеиы, как правило, в притеррасных частях речных долин, в редких случаях - на водоразделах рек.

Полученный в этой работе опыт использования метода фитоиндикации при картировании торфяных болот позволяет перейти к созданию карт болот крупных территорий В настоящее время нами ведется работа по созданню ландшафтно-экологической карты Большого Васюганского Болота в масштабе 1:200000. В перспективе возможно картирование болотного покрова всей территории Западной Сибири.

*Глава 4*

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ В УСЛОВИЯХ ПЕРЕХОДА К УСТОЙЧИВОМУ РАЗВИТИЮ

## 4.1. Система обеспечения экологической безопасности в целях устойчивого природопользования на примере Томской области

Переход к экологически безопасному устойчивому развитию в России определен Указом Президента РФ «О концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию» и постановлением Правительства РФ об утверждении «Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации до 2020 года».

Исходя из положений данных документов, основной экологической функцией государства является обеспечение сбалансированных экологических и экономических интересов общества, создание необходимых гарантий для реализации конституционного права человека на благоприятную окружающую среду, обеспечение необходимых условий для осуществления промышленно-хозяйственной и иных видов деятельности.

Устойчивое развитие на современном этапе понимается как позитивное экономическое, технологическое и социальное развитие отдельных территорий (регионов, городов) при сохранении жизнеспособной среды обитания. Решение этой задачи достигается в процессе взаимодействия общества и природы (рис. 11). Гармонизация взаимодействия элементов этой системы (природа, население, экономика) является главной конечной его целью, имеющей не разрушительный, а созидательный характер[1].

Как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе устойчивое развитие невозможно без разработки и реализации мер экологической безопасности[2].

---

*Вернадский В. И.* Научная мысль как планетное явление. М.: Наука, 1991. 271 с.

*Адам А. М.* Экологические проблемы Томской области и основные пути их решения // Проблемы региональной экологии. Вып. 1. Томск, 1994. С. 5–9; *Демина Ю. Г.* Границ

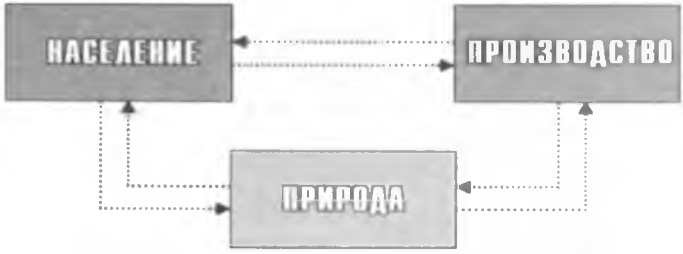



Рис. 11. Концептуальная схема устойчивого развития

Рис. 12. Система обеспечения экологической безопасности в целях устойчивого природопользования

Экологическая безопасность – состояние защищенности жизненно важных интересов личности, общества, окружающей природной среды от угроз, возникающих в результате антропогенных и природных воздействий на нее. Формулируя теоретические основы эколо-

---

ные условия движения России по пути устойчивого развития / Труды научной конференции. Новосибирск, 1995. С. 19–25.

гической безопасности на региональном уровне, следует отметить, что решение данной задачи сводится к решению проблем управления качеством окружающей среды и природных ресурсов на основе устойчивого природопользования (рис. 12)[1]. При этом основными принципами управления качеством окружающей среды являются:

– приоритет охраны жизни и здоровья человека;

– учет природных особенностей региона;

– комплексный научно обоснованный подход к решению проблем охраны окружающей среды;

- сочетание территориального и отраслевого подходов.

В условиях развития индустриальной экономики существует реальная угроза истощения природных ресурсов вследствие интенсивной эксплуатации природной среды в целях достижения экономического роста. В работах многих ученых исследуются проблемы влияния неограниченного экономического роста на запасы природных ресурсов, состояние окружающей среды и обеспеченность продовольствием населения планеты[2]. При этом переход к устойчивому природопользованию рассматривается как сложный, долговременный и многофакторный процесс достижения равновесного взаимодействия между обществом и окружающей природной средой, требующий гармонизации их отношений на основе соблюдения законов развития биосферы[3]. Этот процесс затрагивает фактически весь комплекс внутренних проблем долгосрочного развития территорий, включая структурную и инвестиционную политику, вопросы охраны, рационального использования и воспроизводства природных ресурсов[4].

---

[1] *Экологическая* безопасность России М Юридическая литература, 1996 334 с

[2] *Кинг А Шнайдер Б* Первая глобальная революция Доклад римского клуба Пер с англ , Вступит. статья и редакция Д М. Гвишиани, Послесл. Г.С. Хозина. М : Прогресс, 1991 344 с.; *Новиков Г А.* Основы общей экологии и охраны природы. Л.. ЛГУ, 1979 352 с ; *Одум Ю.* Экология / Пер. с англ М Мир, 1986 328 с.; *Одум Г., Одум Э.* Энергетический базис человека и природы / Пер с англ. М Прогресс, 1978. 379 с.; Окружающая природная среда России. Краткий обзор. М : Экос, 1995 119 с.; *Окружающая* среда Энциклопедический словарь-справочник. М.: Прогресс.

[3] *Перелет Р.А* Подходы к пониманию устойчивого развития и экономика // Управление природопользованием для устойчивого развития Ярославль Кадастр. 1997 С 9–23, *Шварц С С* Экологические закономерности эволюции. М Наука, 1980. 277 с , *Шилов И.А.* Экология. М.: Высшая школа 2001, 512 с.

[4] *Адам А М., Болотнов В П.* Прогноз изменения плотности населения птиц в пойме Оби в связи с проведением крупных гидротехнических мероприятий Улан-Удэ, 1984 С 101–102, *Адам А М Васенков О Г Мамин Р Г* Методические подходы к оценке эколого-экономического ущерба в нефтегазоносных районах Западной Сибири // Нефтегазовая

В 90-е годы возникли новые источники экологической опасности, обусловившие появление угрозы жизненно важным интересам человека, общества, государства в результате нехватки (дефицита) природных ресурсов, необходимых для поддержания условий жизнедеятельности[1] Резкий переход России к рыночно-ориентиро-ванной экономике отразился на экологической обстановке и в Сибирском регионе. Несмотря на значительный спад экономической активности, в Сибири в целом и Томской области в частности возросла интенсивность загрязнения окружающей среды. В некоторых случаях антропогенные нагрузки превысили установленные нормативы, и сложилась критическая экологическая ситуация, при которой возникают значительные изменения ландшафтов, идут истощение и утрата природных ресурсов, значительно ухудшаются условия проживания населения

Так, например, применение техники, не отвечающей специфике территорий, приводит в большинстве случаев к коренному преобразованию ландшафтов, с переходом порогов устойчивости компонентной структуры – к утрате структурных эталонных свойств и функций. Происходит замещение естественных ландшафтов антропогенными, трансформация природно-ресурсного потенциала[2].

Исходя из этого основными источниками экологической опасности в Томской области являются:

1) разработка месторождений полезных ископаемых (углеводородов и угля) и линейные сооружения (нефте- и газопроводы);

2) опасные ядерно-химические объекты и испытания ядерного оружия.

---

геология на рубеже веков Т 3 СПб , 1999 С 380–382, *Адам А М , Волкотруб Л П , Егоров И М* Возможности аэрокосмического мониторинга в решении экологических и гигиенических задач / Вестник Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности Владикавказ. 1999 №8 С 45–48, *Акимова Т А Хаскин В В* Основы экоразвития М , 1994, 312 с , *Бауэр Л , Вайничке Х* Забота о ландшафте и охрана природы / Пер с нем. М Прогресс, 1971 264 с , Информационно-аналитическое обеспечение деятельности министерств и ведомств природно-ресурсного блока нормативно-правовые документы (перечень) М НИА-Природа, 1998 300 с , *Коптюг В А.* Наука спасет человечество Новосибирск, 1997 С 337–338, *Коптюг В А* Основные факторы, обуславливающие необходимость перехода человечества к устойчивому развитию // Реформы в России с позиций концепции устойчивого развития Новосибирск, 1990 С 14–18.

[1] *Перелет Р А Сергеев Г С* Технологический риск и обеспечение безопасности производства М Знание, 1998 64 с

[2] *Соколов С.Н , Подчернин В В* Трансформация природно-ресурсного потенциала и региональная экономическая политика в Азиатской России // Материалы научной конференции «Проблемы геологии и географии Сибири» Томск, 2003. С. 64–66. *Беляев И К , Богатырев В А* Надежность технических систем. М Радио и связь, 1985 608 с

3) промышленность городов, использующая старые технологии;

4) нерациональное (неэффективное) природопользование, приводящее к трансформации природно-ресурсного потенциала.

Последний источник опасности определяет самостоятельное направление в системе экологической безопасности Томской области (рис. 13). Первые три основных источника укладываются в понятие техногенных воздействий на окружающую среду.

Опираясь на высказывания Н.Ф. Реймерса и собственные исследования, следует подчеркнуть, что «экологическая безопасность есть совокупность технологических, экономических, организационных и информационных действий, состояний и процессов, прямо или косвенно не приводящих к жизненно важным ущербам или угрозам таких ущербов, наносимым окружающей среде и населению»[1]. Экологическую безопасность наиболее целесообразно рассматривать на национальном (федеральном), региональном (областном, краевом, окружном), муниципальном и точечном (локальном) уровнях[2].

Рис. 13. Основные направления обеспечения экологической безопасности Томской области

[1] *Реймерс Н.Ф.* Природопользование: Словарь-справочник. М.: Мысль, 1990. 634 с.; *Реймерс Н.Ф.* Экология. Теория, законы, правила, принципы и гипотезы. М.: Россия молодая, 1994. 367 с.

[2] *Марчук Г.И., Кондратьев К.Я.* Приоритеты глобальной экологии. М.: Наука, 1992. 264 с.; Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. М.: ВИНИТИ, 2001. 169 с.

Учет различных вариантов обеспечения экологической безопасности региона целесообразно проводить в системе кадастровых оценок, поскольку «кадастр является систематизированным сводом данных, включающим качественную и количественную опись объектов или явлений, в ряде случаев с их эколого-социально-экономической оценкой, с приложением статистических и картографических материалов»[1].

Управление природопользованием и охраной окружающей среды следует реализовывать посредствам специальных региональных и/или муниципальных программ устойчивого развития, в рамках которых должна решаться управленческая задача сбалансированности промышленно-технологических, экологических и социально-экономических интересов современного общества. При этом весьма важным является вопрос о соотношении долевого вклада федеральных и региональных структур в решение обозначенных задач устойчивого развития[2].

Следует подчеркнуть, что решение основных задач на федеральном (общероссийском) уровне имеет такие преимущества, как:

– выделение или резервирование финансовых ресурсов на реализацию природоресурсных и природоохранных программ и проектов;

– внесение предложений в проекты государственного бюджета страны для гарантированного финансирования экологических мероприятий, структурированных в виде государственных целевых программ.

– маневрирование финансовыми, материально-техническими и информационными ресурсами и концентрация их в наиболее экологически неблагополучных регионах или отдельных городах для обеспечения необходимой степени экологической безопасности[3].

Децентрализация управления природопользованием и охраной окружающей среды предполагает смещение приоритетных акцентов на региональный (уровень субъекта Федерации) и местный (муниципальный) уровни. Положительными сторонами децентрализации являются:

---

[1] *Реймерс Н.Ф.* Надежды на выживание человечества. Концептуальная экология. М.: Россия молодая, 1992. 336 с.

[2] *Тетиор А.Н.* Биопозитивная техносфера и устойчивое развитие. Симферополь: Гортипография, 1994. 140 с. *Щеповских А.И.* Совершенствование региональных систем управления природопользованием. М., 1997. 96 с.

[3] *Федеральные* целевые программы природно-ресурсного и смежных направлений. Краткий обзор. М.: МПР России, 1999. 86 с.

– оптимизация определения приоритетов в финансово-инвестиционной политике при расчете финансовых потоков для природопользования и мероприятий по экологической безопасности;

– маневрирование финансовыми возможностями областного и городского бюджетов, внебюджетных источников для реализации программ и проектов экологической направленности;

– интеграция информационных, научно-технических, материальных и иных ресурсов природопользователей, дислоцированных в регионе, для достижения целей устойчивого развития территории.

Определяя цели и задачи экологической безопасности Западной Сибири при переходе к устойчивому развитию, необходимо учесть изменения качества природных ресурсов и окружающей среды под влиянием (эмиссии) загрязнений в биосферу от техногенных источников различных отраслей промышленности, энергетики и транспорта. Воздействие техногенных нагрузок на природные ресурсы и экосистемы региона сопровождается следующими изменениями.

– при эмиссии (выбросах) загрязнений в атмосферу отмечаются сверхнормативная концентрация вредных ингредиентов в воздушном бассейне, изменения теплового режима, нарушение озонового слоя Земли, миграция загрязнений и накопление их в депонирующих средах;

– при эмиссии (сбросах) загрязнений в водные объекты фиксируются: химическое загрязнение водоемов и водотоков, нарушение гидравлического и теплового режимов, изменения гидрохимического и гидробиологического характера, накопление вредных ингредиентов в гидробиотах и донных отложениях,

– при размещении и захоронении промышленных отходов загрязняются почвы, земельные ресурсы и недра, подземные водоносные горизонты, происходят газовые выбросы в атмосферу;

– при радиоактивном загрязнении окружающей природной среды наблюдается эмиссия радионуклидов в атмосферу (в течение 1993–2009 гг. среднегодовые концентрации в воздухе долгоживущих бета-активных радионуклидов в целом остаются на одном уровне), загрязнения рек, озер, других водных объектов происходят, главным образом, из-за смыва радионуклидов с поверхности почвы;

– при воздействии на геологическую среду на территории региона активизируются экзогенные процессы: изменение качества подземных вод, усиление химической миграции в недрах, нарушение

взаимодействия подземных и поверхностных вод, возрастание минерализации подземных вод, подтопление урбанизированных территорий, провоцирование оползневой и сейсмической опасности;

– при электромагнитном и шумовом (звуковом) воздействии на окружающую природную среду изменяется видовой состав флоры и фауны (особенно в крупных промышленных центрах), возрастает число заболеваний среди населения и снижается работоспособность;

– при механическом воздействии на недра, земельные, водные, растительные ресурсы постоянно сокращаются участки природных зон и экосистем, особенно в процессе капитального строительства. В ходе техногенного воздействия разрушаются природные ландшафты, нарушается структура почв и земель, уменьшается растительный покров.

Для оценки степени воздействия техногенных нагрузок на отдельные виды природных ресурсов и окружающую среду региона необходимо формирование иерархической системы экологического мониторинга, основными уровнями которого являются национальный (федеральный) мониторинг; региональный (областной, краевой, окружной) мониторинг; муниципальный мониторинг; точечный (локальный) мониторинг.

Национальный уровень системы экологического мониторинга необходимо формировать при участии специально уполномоченных федеральных органов (Министерство природных ресурсов Российской Федерации – экологический мониторинг, Росгидромет – радиометрический мониторинг, Минздрав России – санитарно-гигиенический мониторинг). Данные федеральных министерств и ведомств могут быть получены из различных источников и от постов наблюдения, в том числе с помощью дистанционных методов, включая аэрокосмические средства[1].

---

[1] Основоположающие принципы аэрокосмического мониторинга разработаны российскими учеными член-корреспондентом РАН В.Г. Бондуром и академиком РАН А.Н. Савиным. По их методике с околоземных орбит можно осуществлять экологический контроль за изменениями, происходящими в атмосфере, гидросфере и на поверхности суши. Эти изменения связаны как с различными процессами и явлениями, так и с последствиями хозяйственной деятельности человека. С помощью фотографической, телевизионной, тепловизионной и спектрофотометрической съемки можно производить оценку степени загрязнения территорий, вызванного аварийными выбросами вредных веществ в атмосферу, сбросов в водные объекты (включая водно-болотные угодья), оценивать состояние гидросферы. Исследования подобного характера были проведены учеными ряда зарубежных стран: Франции, США, Японии и других стран.

Региональный уровень экологического мониторинга Томской области состоит из 4 взаимосвязанных информационных подсистем

- ИС «Предприятия Томской области»;

ИС «Мониторинг природных ресурсов Томской области»,

– ИС «АСКРО (Автоматизированная система контроля радиационной обстановки) Томской области»,

– ИС «Мониторинг качества окружающей среды г. Томска».

Взаимосвязь между подсистемами выглядит следующим образом. от предприятий поступает информация (отчеты) о стационарных и передвижных источниках выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и сведения о пылегазоулавливающих установках. Достоверность информации проверяется инспекторами, контролирующими предприятие, и независимыми подфакельными замерами специализированной инспекции государственного экологического контроля и анализа (СИГЭКиА). Отчеты предприятий и данные контроля накапливаются в ИС «Предприятия Томской области» На основании отчетов рассчитываются платежи за загрязнение окружающей среды, проводится анализ влияния изменения выбросов предприятий на экологическую ситуацию в регионе

Кроме того, результаты мониторинга воздуха отображаются на электронной карте г Томска в ИС «Мониторинг качества окружающей среды г. Томска». Информация о выбросах в атмосферу, о заболеваемости населения, а также данные о наличии парков и зеленых насаждений, расположении детских и школьных учреждений представляют собой самостоятельные слои электронной карты г Томска и служат основой для анализа ситуации и принятия управленческих решений, направленных на улучшение экологической ситуации.

Внедрение ИС «Мониторинг экологической ситуации в Томской области» позволяет более качественно и всесторонне анализировать экологическую ситуацию в регионе во взаимодействии с муниципальными информационными системами, тем самым способствуя эффективности принимаемых управленческих решений в области охраны окружающей среды. Система мониторинга качества окружающей среды Томской области приведена в приложении 2

Систему мониторинга муниципального (городского) уровня следует рассматривать как систему наземных наблюдений за качественными параметрами атмосферного воздуха, водных ресурсов, почв и земель, недр, животного и растительного мира Общие принципы и

научные задачи муниципального мониторинга целесообразно свести к таким направлениям, как

государственный контроль за состоянием и использованием природных ресурсов и за параметрами качества окружающей природной среды на урбанизированной территории (в пределах городской черты или границах района);

- предупреждение о возможности техногенных критических ситуаций с последствиями экологического характера, создающими угрозу нанесения ущерба животному и растительному миру, нарушающими сферу жизнедеятельности населения,

– информационное обеспечение мероприятий по экологической безопасности в городе или районе.

Следует отметить, что отсутствие первичной информации на муниципальном уровне затрудняет создание единой системы мониторинга, поскольку предприятия отчитываются в областное управление статистики и не предоставляют информацию на муниципальный уровень. Особенно актуальным представляется учет природных ресурсов на местном уровне

Осуществление точечного мониторинга предполагает проведение соответствующих наблюдений природопользователями непосредственно на объектах, которые представляют собой эколого-техногенную опасность для окружающей природной среды и населения, т.е. объектах промышленности, энергетики, транспорта, жилищно-коммунального хозяйства. Точечный мониторинг может состоять из мониторинга атмосферного воздуха, мониторинга водных объектов, мониторинга почв и земель, мониторинга недр.

Мониторинг атмосферного воздуха включает в себя оценку фонового содержания отдельных ингредиентов техногенного происхождения в воздушном бассейне, а также оценку выбросов загрязняющих веществ от стационарных промышленных и энергетических источников, от автомобильного транспорта и других средств передвижения (речной и железнодорожный транспорт, строительная и специальная техника)

Мониторинг водных объектов классифицируется по типу вод (поверхностные, подземные и т.д.). Наблюдают за химическими, физическими, санитарно-гигиеническими показателями качества водного объекта, в том числе и за гидробиологическими, поскольку рост экологической напряженности в водоемах сопровождается уве-

личением метаболизма биоценозов, усложнением их таксономической и трофической структуры, снижением разнообразия сообществ, укорочением пищевых цепей[1].

Таким образом, в системе мониторинга доминирует средовой подход, что позволяет обосновать необходимую частоту наблюдений за состоянием природных ресурсов и окружающей средой в Западной Сибири и сформировать перечень загрязняющих веществ техногенного происхождения в исследуемом регионе (табл. 24).

*Таблица 24*

**Рекомендуемая частота наблюдений и перечень основных загрязняющих веществ техногенного происхождения в Западной Сибири**

| Рекомендуемая частота наблюдений | Основные загрязняющие вещества | Природная среда |
|---|---|---|
| Ежесуточно | Диоксид азота, формальдегид, взвешенные вещества, сероуглерод, сажа, фтористый водород, ацетальдегид, этилбензол, хлорид водорода | Атмосферный воздух |
| Ежемесячно | Нефть и нефтепродукты, фенол, хлор, ртуть, свинец, сульфид, мышьяк | Поверхностные водоисточники |
| 2–4 раза в год | Нефть и нефтепродукты, соли тяжелых металлов, ядохимикаты, стойкие органические загрязнители | Почвы и земельные ресурсы |

Отметим, что состояние почв оценивается по количеству гумуса, водно-фаунистическим свойствам, по содержанию в почвах ингредиентов техногенного происхождения, по концентрации в почвах вредителей растений и накоплению стойких органических загрязнителей, включающих ядохимикаты, диоксины, полихлорбифенилы и другие вещества. Кроме того, мониторинг недр должен включать в себя систему наблюдений за подземным пространством, особенно в условиях урбанизированных территорий городов региона, в местах добычи полезных ископаемых, в частности нефти, газа, каменного угля и др[2].

---

[1] *Костылева Н.В., Блинов М.А., Мамин Р.Г., Кошкина В.П.* Системный подход к представлению информации о состоянии водных объектов // Чистая вода России. Екатеринбург, 1997. С. 198–199.

[2] *Королев В.А.* Мониторинг геологической среды / Под ред. В.Т. Трофимова. М.: МГУ, 1995. 272 с.; *Котлов Ф.В.* Изменение геологической среды под влиянием деятельности человека. М.: Недра, 1978. 263 с.

Таким образом, система мониторинга является одним из элементов механизма реализации экологической безопасности, который определяет эффективность информационного обеспечения и, как следствие, качество принимаемых управленческих решений.

Характер современного научно-технического и социально-экономического развития обусловливает три процесса, приводящих к росту экологического риска техносферы: деградацию экосистем, подрыв здоровья населения, чрезмерную эксплуатацию природных ресурсов и их истощение[1]. Но основными критериями устойчивого развития являются не только экологические показатели, характеризующие степень воздействия хозяйственной деятельности на потенциальную емкость естественных экосистем, но и качество жизни населения[2].

С целью практической реализации принципов экологической безопасности в регионах необходимо осуществить анализ сопутствующих причин (приемлемых для населения социального, экономического, психологического, общественно-политического характера) Обычно из всех видов рисков, возникающих при наличии техногенных нагрузок на окружающую природную среду, главное внимание сосредоточивается на риске для здоровья и жизнедеятельности людей (индивидуальный, коллективный и социальный риск). По оценке отечественных и зарубежных экологов, в настоящее время наиболее распространенной является методология оценки риска техногенного воздействия, в том числе объектов ядерного топливного цикла[3]. При этом следует исходить из расчетных уровней индивидуального риска.

С точки зрения практической геоэкологии в первую очередь следует рассматривать уровни риска, которые определяются как естественным природным фоном, так и отдельными источниками техногенной опасности[4]. Особую опасность для окружающей среды Том-

---

[1] *Беляев И.К., Богатырев В.А.* Надежность технических систем М Радио и связь, 1985. 608 с.; *Уайт Г* География, ресурсы и окружающая среда / Пер с англ. М Прогресс, 1990. 543 с.; *Уотсон Д.* Геология и человек / Пер. с англ Л. Недра, 1986. 184 с

[2] *Касьянов П.В.* Переход к устойчивому развитию: эколого-экономические предпосылки М Изд-во НУМЦ Госкомэкологии России, 1998. С. 3–7; *Фоменко Г.А., Фоменко М.А., Лошадкин К.А* Денежная оценка природных ресурсов и экосистемных услуг в территориальном развитии адаптация в России методологических подходов ООН Ярославль, 2000, 127 с.

[3] *Адам А.М. Ильинских Н.Н., Ильин С.Ю.* Генетические последствия радиационного загрязнения Сибири // Тезисы докладов на Международной научно-практической конференции «Радиационная безопасность и защита населения» Екатеринбург, 1995 258 с

[4] *Крышев И.И* Экологические критерии радиационной защиты в ядерной энергетике // Атомная энергия, 1993 Т 74, вып 4 С 321–327

ской области могут представлять технологические процессы и оборудование, сконцентрированное на предприятиях горно- и нефтегазодобывающей промышленности, ядерно-технологического цикла и нефтехимических производств.

На научно-концептуальном уровне решение задачи по экологической безопасности может выглядеть следующим образом:

– оценка степени риска нанесения вреда здоровью человека и степени воздействия на природные ресурсы и окружающую среду при разработке процедуры выбора площадки для будущего строительства экологически опасных производств;

– осуществление экологической экспертизы предпроектных и проектных материалов для выполнения работ по строительству (реконструкции) экологически опасных производств, по изменению технологических циклов действующих мощностей;

– нормирование эмиссии вредных веществ в атмосферный воздух, водные объекты, землю и недра с постепенным (поэтапным) их сокращением до предельно допустимых нормативов, не вызывающих необратимых процессов в окружающей среде;

– реализация на региональном уровне системы мер государственного и общественного контроля за функционированием экологически опасных производств и технологий с применением в случаях превышения экологических нормативов выбросов (сбросов) и размещения отходов санкций административного и экономического характера, в том числе и полную остановку производства;

– внедрение систем экологического аудита и менеджмента;

– формирование финансовых ресурсов, необходимых для социально-экономического развития соответствующих регионов в федеральном, региональных и муниципальных фондах устойчивого развития территорий за счет налога на добычу истощимых природных ресурсов.

Решение задач по обеспечению экологической безопасности целесообразно проводить на основе методов оценки уровня техногенной преобразованности и планирования социально-эколого-экономического развития территорий, а также с использованием показателей соизмерения производственного и природного потенциалов. Для определения комплексных антропогенных нагрузок и проведения сравнительного анализа территорий необходима разработка методов ранжирования и зонирования территорий.

Отметим, что обеспечение экологической безопасности региона является сложной многоцелевой задачей, обусловленной сложившимися на протяжении десятилетий промышленно-технологическими, экономическими и социальными условиями. Качество природных ресурсов и окружающей среды влияет на многие аспекты человеческой деятельности и определяется химическими, физическими, биологическими, социально-психологическими факторами.

## 4.2. Эколого-экономическое ранжирование и зонирование территорий

Основной целью эколого-экономического анализа является выделение приоритетных направлений для эффективного использования природно-ресурсного потенциала территории. Однако при проведении эколого-экономической оценки региона целесообразно учитывать и социальную составляющую. Между тем единого критерия оценки социально-эколого-экономической эффективности проводимых в регионах мероприятий не существует. Это связано не только с неразработанностью, но и подчас с несопоставимостью ряда показателей, характеризующих экономические, а главным образом социальные и экологические эффекты реализации природоохранных мероприятий. Например, моральный, психологический ущерб, причиняемый человеку разрушением естественных ландшафтов, вообще не подвергался экономической оценке. Однако учитывать подобные эффекты антропогенной (техногенной) деятельности необходимо.

Основные требования к проведению комплексной оценки социально-эколого-экономического состояния региона:

– необходимо учитывать множество самых различных показателей по всем районам, предприятиям, производственным зонам, транспортным магистралям, системам связи, рекреационным площадям и т. д.;

– полученные сведения должны быть систематизированы, сведены в единую легко интерпретируемую систему;

– необходимо организовать систему сбора и обобщения имеющихся данных на основе единой научной концепции.

Одной из основополагающих предпосылок при формировании эколого-экономических нормативов является определение «пропор-

ций» между возможными направлениями использования природных ресурсов в границах конкретной территории. Расчет нормативов может осуществляться с учетом следующих концептуальных положений:

– для каждого природного комплекса существует определенная величина максимально допустимой антропогенной (техногенной) нагрузки, которая не нарушает естественных процессов, и её действие может быть компенсировано процессами самовосстановления.

– при антропогенной (техногенной) нагрузке, более высокой, чем допустимое значение, но не превышающей конкретный для каждой природной экосистемы предельный уровень, нарушения в естественном состоянии этой системы, вызванные действием внешних факторов, могут быть устранены в результате ликвидации или минимизации нагрузки и реализации природоохранных мероприятий.

– если антропогенная (техногенная) нагрузка на окружающую природную среду превысила предельный уровень, то развиваются процессы необратимой деградации.

На современном уровне развития производственных сил в энергетический оборот вовлечены практически все территориальные элементы и компоненты окружающей среды, поэтому они подвергаются отрицательному воздействию загрязняющих ингредиентов и физических факторов. Уровень и состав загрязнения дифференцируются по территории России и Западной Сибири, определяются отраслевой спецификой производства, явлениями переноса загрязняющих веществ через атмосферный воздух, воду, мигрирующих животных и других носителей загрязнения окружающей природной среды.

На ухудшение общей экологической ситуации в России и Западной Сибири влияет ряд факторов, реализуемых в разных сферах, на разных уровнях и с различным масштабом воздействия.

– макроэкономическая политика, приводящая к экстенсивному использованию природных ресурсов,

– инвестиционная политика, ориентированная на развитие ресурсоэксплуатирующих секторов экономики;

– неэффективная секторальная политика (топливно-энергетический и промышленный комплекс, жилищно-коммунальное и сельское хозяйство, лесное хозяйство и др.);

– несовершенное федеральное и региональное законодательство, неопределенность прав собственности на природные ресурсы;

– отсутствие эколого-сбалансированной долгосрочной экономической стратегии, недооценка перспектив устойчивого развития;

– на региональном и локальном уровне недоучет косвенного эффекта проектов охраны природы (экономического и социального);

– инфляция, экономический кризис и нестабильность экономики препятствуют реализации долгосрочных проектов, к числу которых относится большинство экологических и природоохранных проектов;

– природно-ресурсный характер экспорта;

– существование действенного стимула в виде получения значительной и быстрой прибыли от переэксплуатации и/или продажи природных ресурсов (нефть, газ, лес, руды и пр.) и т.д.

В настоящее время существует достаточно большое число методов оценки антропогенной (техногенной) нагрузки на экосистему в целом и ее отдельные составляющие. Методика оценки по Томской области представлена в Приложении 3. С целью системной комплексной эколого-экономической оценки территории Томской области необходимо определить критерии состояний окружающей природной среды в регионе и, используя эти критерии, провести анализ и выбрать наиболее оптимальные методы ранжирования и зонирования районов Томской области.

Проблеме разработки критериев уделяется много внимания как российскими, так и зарубежными учеными, предлагаются разнообразные подходы по введению системы показателей и критериев оценки, анализа и ранжирования антропогенной (техногенной) нагрузки на окружающую природную среду, экосистемы и здоровье населения, но все они обладают рядом сходных недостатков

С одной стороны, кажется неизбежным введение огромного множества критериев оценки экологических ситуаций, так как необходимо учесть все аспекты антропогенного (техногенного) воздействия на живые организмы, их сообщества и здоровье людей. Но именно проблема одновременного использования множества равнозначимых критериев экологической безопасности затрудняет их практическое применение или выбор наиболее приоритетного критерия. С другой стороны, критерии разработаны для разных целей, в том числе для выявления зон экологических бедствий, для осуществления прогнозирования развития природопользования и др. Они не приспособлены для более широкой оценки эколого-экономического состояния территорий и суждения о степени экологической опасности

Современная учетная документация содержит главным образом информацию о параметрах функциоиирования природоохраиных объектов (количество улавлнваемых выбросов, объем очищаемых сточных вод и т.д.), и о воздействии технологий на окружающую природную среду (объем выбросов загрязнений в атмосферу, сбросов в гидросферу и т.п.). В то же время оиа недостаточно полио освещает социальио-экологические результаты природопользования - состояние окружающей природной среды и обеспечениость экономнки области природными ресурсами, изменение экологичиости промышленно-производственной деятельиости В случае, когда приводятся результирующие показатели природоохраиных мероприятий (иапример, показатели загрязиеиности окружающей природной среды), онн даются в виде иабора коикретных значений концентраций различных загрязиений лищь в пунктах их замера и не отражают общей картины загрязиення илн деградации среды в исследуемых регионах.

В связи с этим задача разработки по возможиости уииверсальиых критериев и показателей для общего анализа экологического состояния районов для управлеиия и оптимизацин природоохраниой деятельности является чрезвычайно актуальной.

Трудности выбора методов районироваиия и зоиироваиия заключаются в том, что следует выбрать метод, который позволил бы учесть всю систему критериев для комплексной оценки состояния окружающей среды региона. При выборе методов зонироваиия необходнмо учитывать количественные оценки природных ресурсов иа территории райоиов, их социально-экоиомическую значнмость и межрайонные экоиомнческие связн в рамках территориально-промышленных комплексов. Трудность состоит в том, что все виды природных ресурсов, независимо от выбраиного классификатора, соседствуют в пространстве по вертикалн и по горизонтали. При этом взаимоотиошеиия видов и способов потребления ресурсов должны удовлетворять одиому нз трех условий:

– альтернативности, когда потребление одного ресурса ограничивает потребление или дальнейшее использование другого,

- детермиинированности, когда потребление одиого ресурса ограничивает потреблеине другого, влияя иа те или иные природиые условия и свойства;

– нейтральиости, когда взаимосвязн не прослежнваются.

Возможность различных сочетаний указанных условнй и определяет необходимость функцнонального зоннрования территории для корректной эколого-экономической оценки ее прнродоресурсиого потенциала, позволяющей избежать двойиого счета. Необходнмо, чтобы зоннрование отражало пространственную характернстнку регнона и днфференцнацню природных ресурсов, в целях дальнейшего их раижирования.

Существуют разлнчные методы ранжнрования по отдельным крнтериям[1]

1. Математическне модели Данный подход часто нспользуется при расчете экономнческой составляющей оценки состояния окружающей природной среды в регионе и связан с расчетом экоиомнческого и социального ущерба от загрязиения окружающей прнродной среды на определенной территории. Сравнивая затраты на прнродоохраиные мероприятия с величиной предотвращенного ущерба, можно получнть даиные об уровие экономической эффектнвностн затрат иа прнродоохранные мероприятия Однако они ие описывают поведение реальной системы в полной мере и никогда не смогут ответить на все возникающне вопросы. Прн решеиии одной н той же прнкладной задачи нспользование разных моделей может привести к различиым результатам В то же время для практики прнродопользования типична ситуация, когда решення принимаются в условиях неполноты или отсутствия иеобходимой ннформацни Обычно в моделях игнорнруется вероятностная прнрода многих технологических, экологическнх, социальных и экоиомических характеристик рассматриваемых систем.

2. Матрнчиый подход В рамках данного подхода проводнтся раижирование территорин региона в зависимости от свойств окружающей среды, природно-ресурсного потеицнала и геиетической целостностн ландшафтов. При этом каждая экологическая проблема обозначается рангом с буквенным индексом по градациям степени (интеисивности) проявления (например. 1 – слабая, 2 – средняя, 3 - сильная). Кроме того, буквенные индексы раижировааы по прнорнтетам (с учетом последствнй) н но степени значимости (весу) для уровня остроты данной ситуацни Малозначимые и неприорнтетные

---

*Индикаторы* устойчивого развития России Эколого-экономические аспекты / Под ред С Н Бобылева, П А Макеенко М , 2001 220 с

экологические проблемы или переносятся в менее острую категорию, или не учитываются. Каждый уровень экологической ситуации в зависимости от специфики выражается сочетанием отдельных экологических проблем по преобладанию одной из форм загрязнения или деградации.

Кроме того, экологическую ситуацию в регионе можно отразить как комбинацию и сочетание различных видов загрязнений и преобладание степени деградации таких ведущих компонентов, как воздух, почва и вода.

3. Ранжирование степени деградации компонентов ландшафта по величине загрязнения (табл. 25). В основу оценки положено нарастание степени нарушения компонентов от нормального (ненарушенного) до очень сильно нарушенного. Для количественной оценки можно воспользоваться принятыми нормами допустимых концентраций ингредиентов, осознавая их несовершенство и определенную условность.

*Таблица 25*

**Оценка степени деградации компонентов ландшафта по величине загрязнения**

| Степень деградации (ранг) | Степень деградации компонентов ландшафта | Острота экологической ситуации | Возможные количественные показатели |
|---|---|---|---|
| 1 | Неарушенная | Удовлетворительная | Отсутствие или крайне малое загрязнение |
| 2 | Слабо нарушенная | Конфликтная, напряженная | Загрязнение не превышает ПДК |
| 3 | Нарушенная | Критическая | Загрязнение превышает ПДК в 0,1 n – n раз |
| 4 | Сильно нарушенная | Кризисная | Загрязнение в n раз выше ПДК |
| 5 | Очень сильно нарушенная | Катастрофическая | Загрязнение в n – и 10 n раз превышает ПДК |

4. Метод комбинаторики Данный метод позволяет дать комплексную оценку экологической ситуации по степени и видам загрязнения Для ранжирования необходимо обозначить буквенными индексами природные компоненты: А – воздух, П - почва, В вода и виды загрязнения: Т – токсикологическое, Р - радиоактивное, М механическое.

В зависимости от преобладания основных видов загрязнения получим следующие сочетания (табл. 26). Аналогичные сочетания и по степени загрязнения природного компонента При этом фактическим

величинам загрязнения присваивается определенный ранг степени деградации[1].

*Таблица 26*

**Возможные комбинации сочетаний по степени загрязнения природных компонентов и преобладанию основных видов загрязнения**

| Сочетания по степени загрязнения компонентов | Сочетания по преобладанию основных видов загрязнения | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | P>T>M | P>M>T | T>P>M | T>M>P | M>P>T | M>T>P |
| A>B>П | | | | + | | |
| A>П>B | | | | | | |
| B>A>П | | | | + | | |
| П>A>B | | | | | | |
| П>B>A | | | | | | |
| B>П>A | | | | | | |

Из 36 комплексных комбинаций, полученных из сочетаний степени загрязнения природных компонентов и преобладания основных видов загрязнения, одни получают большее распространение, другие – меньшее. Каждая из этих комбинаций характеризует определенную экологическую ситуацию. Это дает возможность оценить в целом экологическую ситуацию территории, что позволяет своевременно и правильно разработать комплекс мероприятий по снижению остроты деградации природных ресурсов и нарушений экологической безопасности.

Перечисленные методы применяются, как было сказано, для ранжирования по отдельным критериям (экономический ущерб от загрязнения окружающей природной среды, свойства ландшафтов; природно-ресурсный потенциал, генетическая целостность ландшафтов; деградация компонентов ландшафта по величине загрязнения, степень и виды загрязнения природной среды и др.).

5. Метод векторного ранжирования. Частным случаем данного метода является метод попарных сравнений. Учитывая, что этот метод приводит лишь к присвоению рангов от 1 до N (где N – количество районов), а анализ локальных критериев показывает, что различие между районами может быть весьма велико, целесообразно найти не ранги, а балльные оценки, например в пределах от 0 до 100, что позволит более точно отразить фактические различия между районами исследуемой территории.

[1] Например, радиоактивное загрязнение почвы можно оценивать по следующим градациям: менее 1 кюри, от 1 до 5 кюри, от 5 до 15 кюри, от 15 до 40 кюри и выше 40 кюри. Соответственно, в первом случае ранг равен 1, во втором – 2 и в последнем – 5.

Для этого необходимо отмасштабировать значения критериев, которые принимаются для оценки рассматриваемой компоненты эколого-экономической системы. Операция масштабирования в данном случае необходима для приведения всех критериев к одной размерности, одному диапазону изменения и одному направлению улучшения. Выполнить такое требование критериев можно с помощью следующей формулы:

$$\omega_{ij} = \begin{cases} (\max f_{ij} - f_{ij})/(\max f_{ij} - \min f_{ij}) \text{ для увеличиваемых критериев} \\ (f_{ij} - \min f_{ij})/(\max f_{ij} - \min f_{ij}) \text{ для уменьшаемых критериев,} \end{cases}$$

где $f_{ij}$ – значение $i$-го критерия для $j$-го района. Операции выбора минимального или максимального значения проводятся по районам для каждого показателя в отдельности. В результате масштабирования значения критериев будут измеряться в долях, находясь в пределах от нуля до единицы, при этом с улучшением показатель стремится к нулю.

На основе отмасштабированных критериев следует построить матрицы попарных сравнений районов по каждому из критериев в отдельности. Каждый элемент матрицы рассчитывается по формуле

$$P'_{lj} = \omega_{ij} - \omega_{il},$$

где $j$, $l$ – сравниваемые районы; $\omega$ – отмасштабированное значение показателя; P – разность между двумя отмасштабированными значениями.

После расчета матриц попарных сравнений их следует просуммировать. Каждый элемент суммарной матрицы определяется по формуле

$$S_{lj} = \sum_{i} P'_{lj}$$

Суммарная оценка районов находится путем суммирования содержимого матрицы S по строчкам

$$Z_l = \sum S_{lj}$$

Балльная оценка районов по вектору критериев определяется по формуле

$$V_l = 100\,[Z_l - \min_l (Z_l)] / \max_l [Z_l - \min_l (Z_l)].$$

Каждый район получает свой балл от 0 до 100, где 100 баллов присваивается самому экологически благополучному району, 0 баллов – самому неблагополучному району области.

Ранжирование районов имеет большое практическое значение Информация оказывает методическую помощь государственным и муниципальным органам власти, инвесторам, природопользователям, она необходима для разработки стратегии устойчивого социально-экономического развития региона, гармонизации природоресурсных отношений между городскими и окружающими их сельскими территориями

Эколого-экономическое зоиирование территории региона предполагает его деление на одиородные по одному или нескольким эколого-экономическим признакам зоны[1]. При этом желательно административные территориальные единицы ие дробить, а вводить целиком в формируемые эколого-экономические зоны. Это требование обусловлено особенностями финансирования, сбора информации и управления на местиом уровне.

Для осуществления зонирования территории области были использованы те же компоненты эколого-экономической системы и критерии для их оценки, что и для ранжирования райоиов области.

Исходным моментом зонирования является определение расстояния между административными единицами. Поскольку при решении задач эколого-экономического зонирования используется количественная информация, удобиее использовать евклидово расстояние, которое задается по формуле

$$\rho_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^{n} (X_{ki} - X_{kj})^2},$$

[1] Зона – это территориальная единица, которой свойственна определенная однородность комплекса взаимосвязанных и взаимодействующих природных компонентов

где $X_{ki}$, $X_{kj}$ значения, определяющие k-й признак соответственно для $i$-го и $j$-го объектов.

Для возможного сравнения по качественным признакам, принимающим альтернативные значения (1, 0), используется расстояние Хемминга:

$$R_{ij} = \left| \sum_{k=1}^{n} x_{ki} - x_{kj} \right|.$$

В некоторых случаях используется более общее представление расстояния между объектами, так называемое расстояние Махалонобиса. В векторном виде оно выражается как

$$R = (x_i - m_i)^T \sum^{-1} (x_j - m_j),$$

где $x_i$ – вектор признаков $i$-го объекта; $x_j$ – вектор признаков $j$-го объекта; $m_i$, $m_j$ – вектор средних значений, $\sum^{-1}$ – матрица, обратная ковариационной матрице.

*Таблица 27*

**Выбор оптимального метода зонирования районов Томской области по выделенным критериям[1]**

| Требование | Подходы | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Возможность не дробить административные территориальные единицы, а вводить целиком в формируемые эколого-экономические зоны | + | + | + | + | + | + |
| Свобода от процедуры задания исходной информации и эмпирического подбора параметров | – | + | + | – | + | + |
| Возможность использования ЭВМ | + | + | + | + | + | + |
| Устойчивость результатов решения при варьировании управляющих параметров | – | – | + | + | + | + |
| Простота использования метода | + | – | + | + | + | + |
| Наглядность представления | – | – | + | – | + | + |
| Легкость и быстрота подсчета результатов | – | – | + | – | + | + |
| Предварительное задание количества эколого-экономических зон необязательно | – | – | – | + | + | – |

[1] При этом 1 – метод классификации по правилу ближайшего соседа, 2 – метод статистического группирования; 3 – метод плавающих центров, 4 – метод корреляционных плеяд, 5 – метод квадратной матрицы связи, 6 – метод вложенных сфер

Прн решении задач эколого-экономического зоннрования обычно используется количественная ннформацня, поэтому в расчетах прнменяется евклндово расстоянне. Для аиализа н выбора оптнмальиого метода зоннрования районов Томской областн составлена табл. 27.

Решенне задачн группнровкн адмнинстративных едниниц в эколого-экономическне зоны можно провестн с помощью нескольклх методов бнфакторного анализа, метода корреляцнонных плеяд, метода плавающнх центров, эвристнческого алгоритма группнровки на основе квадратной матрицы связн, методов экстремальной группнровкн с модульным и квадратнчным функционалами. Для выбора подходящего метода решения поставленной проблемы сформулирован ряд требованнй, которые преследуют цель дать качественную характеристику методов группировки колнчественных показателей, спецнфнкн нх функцноинрования, технологнчности Рассмотрим этн методы подробнее.

1. Метод классифнкацнн – класснфнкацня по «правнлу блнжайшего соседа» Алгоритм класснфнкацнн по «правнлу блнжайшего соседа» очень прост. Представнм выборку S в внде последовательностн экспернментальных точек $X_1$, $X_2$, ..., $X_n$ с нзвестной прннадлежностью классам На каждом шаге наблюдения экспериментальной точкн делается предположенне о ее классе н класснфнкатору сообщается правильный ответ. Предположение относнтельно $X_j$ пронзводнтся после нсследования предыдущих $j$-1 эксперннментальных точек и нахождения k блнжайших к $X_j$ точек, так что $X_j$ относят к тому классу, которому прннадлежнт этот блнжайшнй сосед. Если $k > 1$, то правило класснфикации сильно усложняется.

Недостаток применення метода класснфикации по правнлу блнжайшего соседа состонт в том, что найтн блнжайшего соседа за разумное время ие всегда просто. Вообще этот метод чувствителеи к числу случаев в выборке, тогда как другне методы чувствительны к числу переменных. Это надо учитывать при выборе метода решення конкретной прнкладной задачн.

В распоряженин решающего задачи должна быть достаточиая память для хранення всей выборки, а также процедура поиска, позволяющая быстро находнть блнжайшего соседа к вновь поступнвшему элементу. Метод ближайшего соседа дает довольно хорошне результаты, он особеино полезен в ситуациях, когда в значительной

мере нарушается предположение о линейной отделимости В сложных ситуациях, этот метод может давать существенные искажения реальной картины.

2. Метод статистического группирования. Наблюдения составляют множество $X$ из $n$ экспериментальных точек с неизвестной принадлежностью классам. Предполагается, что процесс, с помощью которого получены наблюдения, был двухэтапным. На первом этапе выбирался один из $k$ классов, причем $i$-й класс выбирался с вероятностью $P_i$. С $i$-м классом связывалась известная функция плотности вероятности $f_i$, с известным множеством параметров $Q_i$. Затем в пространстве описаний с вероятностью $f_i$ (x/$Q$) выбиралась точка x. Задача группирования состоит в выборе значений для множеств $P = \{P_i\}$ и $Q = \{Q_i\}$, которые лучше соответствуют данным. Это естественная, хотя и трудная с вычислительной точки зрения, задача статистической оценки.

3. Метод плавающих центров, или центрирующий алгоритм. Алгоритм данного метода заключается в следующем:

1. Заранее задается число эколого-экономических зон M, по которым предполагается разделить административно-территориальные единицы.

2. С помощью датчика случайных чисел в пространстве критериев задается N центров эколого-экономических зон.

3 Измеряется расстояние от каждой административной единицы до центра каждой из эколого-экономических зон.

4 Последовательно просматриваются административные территориальные единицы и их относят к той зоне, до которой расстояние минимально.

5. Если это не первая итерация, то проверяется, совпадает ли полученная группировка административных территориальных единиц с группировкой, полученной на предыдущей итерации? Если да, то осуществляется переход к шагу 7; иначе – к шагу 8.

6. Корректируются координаты центров эколого-экономической зоны как средние арифметические координат административно-территориальных единиц, отнесенных к соответствующей зоне. Переход к шагу 3.

7 Конец группировки.

Данный метод может приводить к различным вариантам зонирования, которые зависят от исходных координат центров эколого-

экономических зон, которые задаются с помощью датчика случайных чисел. Тем не менее этот метод может быть полезен, поскольку позволяет с помощью многовариантных решений выявить конечное число возможных дроблений административно-территориальных единиц. Следует отметить, что это наиболее простой и универсальный метод.

4. Метод корреляционных плеяд. Данный метод служит не только примером прямого группирования для независимых классов, но также представляет адаптивное группирование. Пусть экспериментальные точки упорядочены в последовательность $S_x$ наблюдений $x_1, x_2, \ldots, x_n$ в m-мерном пространстве описаний. В простейшем случае предполагается, что классов в точности $k$ и каждый имеет среднюю точку $m^*_i$. Требуется дать алгоритм, оценивающий $\{m^*_i\}$ по последовательности $S_x$.

Алгоритм выглядит следующим образом:

1) вычислить множество начальных оценок $M = \{m_i\}$, относя к каждому классу одиу из первых $k$ точек в $S_x$[1]. На этом этапе $m_i = x_i$, $i = 1,2, \ldots k$;

2) отнести предъявленную точку $x_i$ ($k < i < n$) к группе точек $j$, для которой расстояние $d(m_j, x_i)$ минимально. Неоднозначности решаются в пользу группы с меньшим индексом.

3) найти новые оценки средних точек $\{m_j^{(i+1)}\}$, вычисляя новые средние для каждой группы:

– если точка $x_i$ не отнесена к группе $j$, то $m_j^i$ не меняется;

– если точка отнесена к группе $j$, то на основе текущего состава группы устанавливается новая оценка средней точки

Пусть $\omega_j^i$ - число экспериментальных точек в группе в момент, когда предъявляется $i$-я экспериментальная точка. Тогда

$$m_j^{(i+1)} = 1/\omega_j^i + 1 \cdot (\omega_j^i m_j^i + x^i)$$

Недостаток алгоритма состоит в его чувствительности к порядку предъявления экспериментальных точек и правильности выбора $k$. Чтобы избежать сильной зависимости от начальной оценки, ее можно подбирать с помощью заглубляющего параметра $C$ и уточняющего параметра $r$. Модифицированный алгоритм требует для всех то-

---

[1] Доказано, что если последовательность $S_x$ построена из выборок, относящихся к различным распределениям вероятностей, то $k$ оценок $m_i^i$ будет асимптотически сходиться к средним значениям этих распределений

чек перепроверки их принадлежности группам после каждого шага. Считается, что две средние точки $m_j'$ и $m_{j'}^*$ слишком близки друг к другу, если евклидово расстояние между ними меньше $C$. В этом случае группы $j$ и $j'$ объединяются в одну и $k$ уменьшается на единицу. В то же время, если любая точка $x^{\varphi}$ удалена от средней точки ближайшей группы больше чем на $r$, то она делается начальным средним новой группы, а $k$ увеличивается на единицу.

Зонирование территории региона имеет важное прикладное значение, поскольку позволяет наметить первоочередные мероприятия по охране окружающей природной среды в критических и неблагоприятных по существующему или ожидаемому состоянию природной среды зонах.

Зонирование, проведенное с учетом выделенных комплексных показателей, позволяет определить потенциальную экологическую опасность интенсивных видов природопользования для сопредельных территорий; выявить зоны конфликтных взаимоотношений при эксплуатации природных ресурсов, требующих повышенного внимания при принятии управленческих решений.

Представленный выше метод зонирования был апробирован на примере Томской области. В качестве эталонных по реальному состоянию полученных оценок приняты следующие показатели:

– энергетическая нагрузка по сравнению с предельно допустимой техногенной нагрузкой (рис. 14);

– эргодемографическая нагрузка (рис. 15);

– экономическая оценка суммарного ущерба по химическому загрязнению воздуха, воды и почвы (рис. 16).

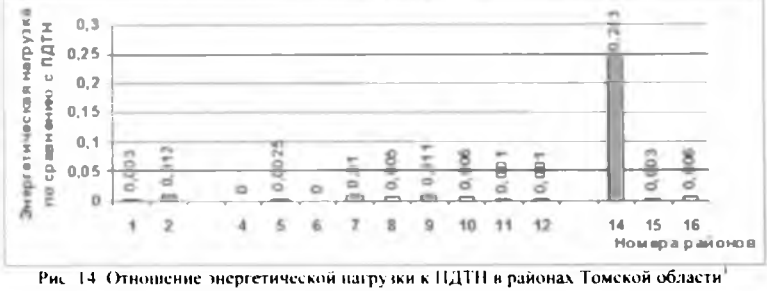



Рис. 14. Отношение энергетической нагрузки к ПДТН в районах Томской области[1]

[1] Результаты такого анализа приведены при следующей нумерации районов Томской

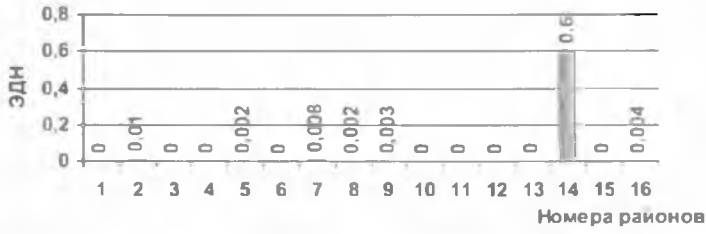



Рис. 15. Эргодемографическая нагрузка в районах Томской области

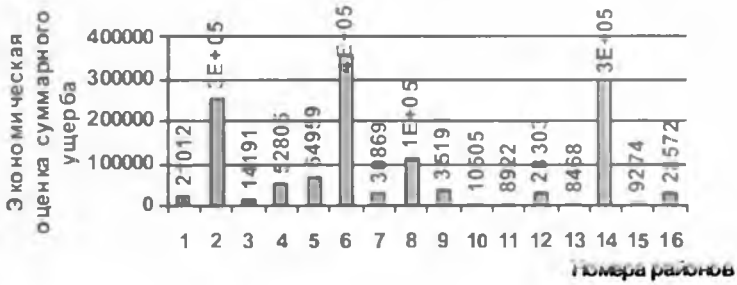



Рис. 16. Экономическая оценка суммарного ущерба в районах Томской области[1]

Результаты анализа свидетельствуют о том, что данные комплексной оценки эколого-экономического состояния районов Томской области по эргодемографическому индексу и показателю отношения энергетической нагрузки к предельно допустимой техногенной нагрузке весьма близки. Оценка по показателю экономиче-

---

области. 1 – Александровский, 2 – Асиновский, 3 – Бакчарский, 4 – Верхнекетский; 5 – Зырянский, 6 – Каргасокский, 7 – Кожевниковский, 8 – Колпашевский, 9 – Кривошеинский, 10 – Молчановский, 11 – Парабельский, 12 – Первомайский, 13 – Тегульдетский, 14 – Томский, 15 – Чаинский, 16 – Шегарский

[1] Следует отметить, что расчет по Томской области производился без учета г. Томска. Если учитывать г. Томск, то показатели возрастают на 2–3 порядка

ской оценки суммарного ущерба существенно отличается, хотя по ряду районов и совпадает.

Так, все показатели демонстрируют худшую ситуацию в Асиновском районе по сравнению с Александровским и Верхнекетским. Однако последний показатель указывает на высокую нагрузку в Каргасокском районе (по сравнению, например, с Кожевниковским районом), что совершенно проигнорировано первыми двумя показателями. Этот результат получен вследствие того, что первые два показателя учитывают площадь территории, численность населения и не оценивают объемы выбросов и сбросов вредных веществ. Показатель экономической оценки ущерба не учитывает численность населения, площадь территории и базируется на объеме загрязнения и типе территории. Поскольку площадь Каргасокского района превосходит площадь Кожевниковского более чем в 20 раз, а численность населения в этих района близка, в то время как объемы загрязнения выше в Каргасокском районе, то первые два показателя дали результат, противоположный последнему показателю.

Следует отметить, что последний показатель выявляет большую дифференциацию районов, тогда как первые два предлагают более сглаженную картину. Можно попытаться модифицировать критерий экономической оценки ущерба, с тем чтобы сравнительная картина районов была более достоверной. Поскольку плотность населения играет немаловажную роль и позволяет получить результаты ранжирования районов по экологической нагрузке, близкие к первым двум рассматриваемым показателям (рис. 14, 15), целесообразно сформировать интегральный показатель оценки экологического состояния территории как мультипликативный показатель, построенный путем перемножения экономической оценки суммарного ущерба на плотность населения района (рис. 17).

Полученные с помощью мультипликативного показателя результаты позволяют более полно отразить ситуацию в Томской области.

Кроме того, более полную характеристику социально-эколого-экономического состояния районов Томской области позволяет дать мультипликативный показатель, включающий наряду с экономической оценкой суммарного ущерба и плотностью населения показатели удельной незалесенной площади и удельных потерь животного мира.

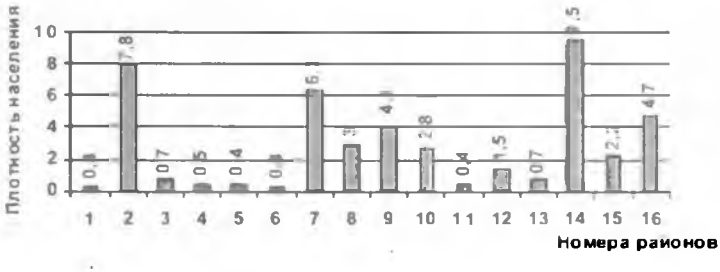



Рис 17 Плотность населения в районах Томской области

Для расчета удельных потерь животного мира необходима его экономическая оценка, которая проводилась по восстановительной стоимости[1]. Для расчета стоимости разведения в искусственных условиях применялись коэффициенты ценности животных, что позволило определить стоимость животного мира в районе *j*:

$$C^{\Sigma}_{j} = \sum_{i \in I_1} Ц_1 K_i N_{ij} + \sum_{i \in I_2} Ц_2 K_i N_{ij},$$

где $I_1$ ($I_2$) – группа животных, отнесенных к первому (второму) животному-представителю; $Ц_1$ ($Ц_2$) – стоимость разведения на ферме первого (второго) животного-представителя; $K_i$ – коэффициент ценности *i*-го животного; $N_{ij}$ – фактическая численность *i*-го животного в *j*-м районе.

Удельные потери животного мира в j-м районе определяются по формуле

$$Упж_j = \{[\max_J(C^{\Sigma}_j / S_j)]S_j - C^{\Sigma}_j\}/S_j,$$

где $S_j$ – площадь *j*-го района; $\max_J(C^{\Sigma}_j / S_j)$ – максимальная удельная плотность животного мира *j* среди всех рассматриваемых районов области.

---

[1] В качестве животных-представителей использовались лоси и норки, стоимость разведения которых на фермах составляет 500 $/год и 200 $/год соответственно. Особи разделены на две группы, которые отнесены либо к первому, либо ко второму животному-представителю

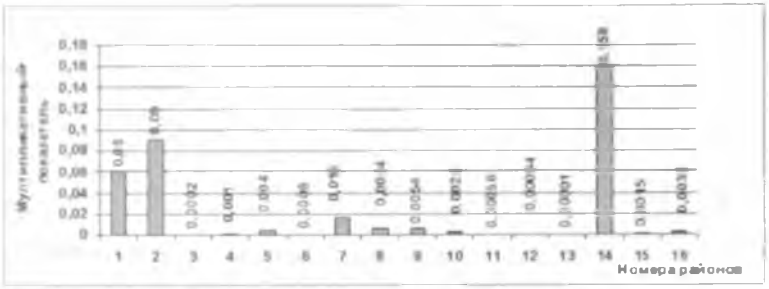



Рис. 18. Значения мультипликативного показателя экологической ситуации в районах Томской области, учитывающие плотность населения и эколого-экономический ущерб

Данный показатель позволяет определить удельные потери животного мира в районе по сравнению с наиболее благополучным по данному показателю районом в Томской области. Результаты расчета по мультипликативному критерию, включающему четыре комплексных показателя, приведены на рис. 18.

Рис. 19. Зонирование Томской области по мультипликативному показателю

На основе полученных показателей были разработаны карты состояния районов области (прнложение 4). Зонирование Томской области по мультипликативному показателю представлено на рис. 19.

По значению мультипликативного показателя в Томской области выделяется 4 зоны с различной антропогенной нагрузкой:

в зону с повышенной антропогенной нагрузкой отнесены Томскнй, Кожевниковский, Асиновскнй и Александровский районы,

в зону с высокой антропогенной нагрузкой отнесены Кривошеинский, Колпашевскнй, Зырянский, Шегарскнй, Молчановский районы;

в зону со средней антропогенной нагрузкой отнесены Чаннскнй, Каргасокскнй, Парабельскнй, Верхнекетский, Первомайский районы;

в зону с мннимальной антропогенной нагрузкой отнесены Бакчарский и Тегульдетскнй районы.

Использованне вышеизложенных методических подходов позволяет выявить основные сырьевые и энергетические источникн развития Томской области, техногенные воздействня, рекреационные и средообразующие природные объекты, а также дает возможность планировать размещение новых пронзводственно-техннческих единиц с учетом необходнмости территорнального разделения экологически мало совместимых видов прнродопользования

Кроме того, появляются новые методологическне возможности формнрованння федеральных и областных программ, в том чнсле и целевых программ на срокн 5–10 лет по прнродопользованию н охране окружающей природной среды с учетом степени экологической безопасности.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование эколого-экономических особенностей устойчивого развития региона на примере Западной Сибири свидетельствует о необходимости разработки научно обоснованных мероприятий по эффективному природопользованию данной территории.

Необходимость оценки природного капитала имеет особую актуальность, поскольку является экологической основой жизни и составляющей богатства территории, имеющей природно-ресурсную направленность экономики. Недооценка природных ресурсов неизбежно ведет как к стратегическим, так и тактическим ошибкам в планировании развития территории и снижению эффективности в принятии управленческих решений. Кроме того, истощение природного капитала, загрязнение окружающей среды приводят к значительным проблемам в социально-экономическом развитии региона.

Рассмотренный комплекс вопросов, связанный с особенностями природопользования в бореальных зонах Западной Сибири, в частности в лесных и нефтедобывающих районах Томской области, показывает необходимость совершенствования существующих оценок ресурсного потенциала территорий. Так, возможность проведения оценки лесных ресурсов Томской области ограничивалась рядом причин, среди которых: устаревшие данные лесной таксации; большая стоимость использования традиционных методов оценок, в связи с большой площадью и труднодоступностью исследуемой территории, и т.д. Оценка лесного фонда территории стала возможна благодаря разработанной карте «Леса Томской области» с использованием материалов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и применению на различных этапах работ современных информационных технологий обработки пространственных данных. Кроме того,

имеющиеся возможности векторных геоинформационных систем позволяют выполнять различные виды анализа полученной информации, в частности, использовать подготовленное покрытие при создании других тематических геоинформационных систем и карт региона.

Учитывая ресурсную «многоликость» болот, обусловленную их индивидуальными природными особенностями (накопление отложений торфа, специфичная болотная растительность, индивидуальный гидрологический режим и др.), отсутствие юридического статуса и наличие различных ведомственных подходов к торфяным болотам, в монографии обоснована необходимость разработки и представлена методика формирования кадастра торфяных болот. Кроме того, данный кадастр, включая не только специализированную ведомственную информацию, но и обобщенные сведения, ориентированные на сохранение природной среды региона, ресурсного потенциала и средообразующих функций болот (утилизация углерода в отложениях торфа, среда обитания диких животных и растений, гидрологическая роль и т.д.), необходим в условиях активной хозяйственной деятельности в регионе.

В монографии акцентировано внимание на том, что при создании и ведении кадастра болот целесообразно: формирование кадастра болот проводить по аналогии с кадастром «традиционных» водных объектов – рек, каналов, озер, водохранилищ (торфяное болото, как учетная единица кадастра принимается в соответствии с ГОСТ 19179-73), увязать понятия «болото» и «торф», поскольку наличие торфа является базовым признаком при разработке кадастра болот (выделяют три основных типа болот: евтрофные, олиготрофные и мезотрофные); анализ гидрологических условий проводить с учетом положения болота в рельефе (пойменные, долинные, склоновые, водораздельные и притеррасные болота).

В работе представлена двухуровневая классификация болот. Первый уровень предусматривает объединение болот и внутриболотных озер в три экологических типа (низинный, переходный и верховой). Внутри указанных выше категорий по признакам структуры и состава растительности и гидрологическим признакам выделяются двенадцать подтипов болот второго классификационного уровня. На втором уровне систематизации болот учитывались гидролого-морфологические характеристики, обусловленные особенно-

стями структуры и состава растительности и специфическими гидрологическими характеристиками. По результатам исследования на рассматриваемой территории были выделены контуры болот и проведена идентификация последних в соответствии с принятыми типами и подтипами (выделено одиннадцать ландшафтно-гидрологических типов болот и три типа внутриболотных озер).

Разработанный кадастр болот предназначен для использования органами исполнительной власти и хозяйствующими субъектами при планировании хозяйственной деятельности с учетом принципов рационального природопользования и охраны болот. Ведение кадастра подразумевает оперативное получение сведений о типе болот в любой точке или районе территории, охваченной кадастрированием, что позволяет значительно снизить риски необоснованных управленческих решений в части размещения экологически опасных производств.

При составлении ландшафтно-экологических карт торфяных болот таежной зоны Западно-Сибирской равнины нами был использован метод фитоиндикации. Специфика использования данного метода для болотных экосистем заключается в следующем. Во-первых, основной объект индикации – болото, которое является не только водным, почвенным, геологическим или биологическим объектом, но обладает сразу всеми их свойствами. Во-вторых, при исследовании болот выявление индикаторов и индикационных связей базируется на выделении трёх экологических групп растений по типу минерального питания – олиготрофов, мезотрофов и эвтрофов. Болотные растения различаются между собой также и реакцией на условия увлажнения. В-третьих, в зависимости от интенсивности водообмена, радиационного, водного и гидрохимического баланса, условий дренирования наблюдаются характерные морфологические формы растений. Именно сочетание жизненных форм растений и определяет спектральные свойства растительности, позволяющие дифференцировать болота на космических снимках. Полученный в работе опыт использования метода фитоиндикации при картировании торфяных болот позволяет перейти к созданию карт болот крупных территорий. В перспективе возможно картирование болотного покрова всей территории Западной Сибири.

Учитывая особенности природопользования рассматриваемого региона, в работе представлены теоретические основы обеспечения экологической безопасности Западной Сибири и определены основ-

ные принципы управления качестаом окружающей среды, средн которых: прнорнтет охраны жизнн и здоровья человека; учет природных особенностей регнона; комплексный научно обоснованный подход к решенню проблем охраны окружающей среды; сочетанне территориального н отраслевого подходов Отмечено, что управленне прнродопользованнем н охраной окружающей среды следует реалнзовывать посредствам специальных регнональных и/нлн муннцнпальных программ устойчнвого развнтня, в рамках которых должна решаться управленческая задача сбалансированностн промышленно-технологнческнх, экологнческих н социально-экономнческих интересов современного общества. Прн этом весьма важным является вопрос о соотношении долевого вклада федеральных н регнональных структур в решенне обозначенных задач устойчнвого развнтня.

Для оценкн степенн воздействня техногенных нагрузок на отдельные внды природных ресурсов н окружающую среду необходнмо формирование иерархнческой системы экологического монторннга, основнымн уровнямн которого являются· нацнональный (федеральный) мониторинг; региональный (областной, краевой, окружной) мониторнг; муннцнпальный монторнг, точечный (локальный) монторинг. Особенностн формирования иерархнческой системы экологнческого мониторннга н методы функцнонального зонирования территорнн для корректной эколого-экономнческой оценки ее прнродоресурсного потенциала апробнрованы и представлены на прнмере Томской области.

Использованне нзложенных в работе методнческнх подходов позволяет выявить основные сырьевые и энергетнческне источники развития Томской области, техногенные воздействня, рекреацнонные и средообразующне прнродные объекты, а также дает возможность планировать размещение новых пронзводственно-технических еднннц с учетом необходимости территорнального разделення экологически мало совместимых видов природопользования.

## ЛИТЕРАТУРА


1 *Абалкина И Л* Экологические конфликты поиск решений через посредника // США-Канада. – 1999 – № 8. – С 10–12

2. *Аболин Р И* Опыт эпигеиологической классификации болот // Болотоведение 1915 – №3 – С 3–55

3 *Адам А М* Система управления охраной окружающей среды на примере Томской области. – Томск, 2000 – 13 с

4. *Адам А.М* Состояние окружающей среды Томской области // Проблемы взаимодействия природы и общества. Сб. научных трудов. – Томск 1995 – С 4–7

5. *Адам А М* Управление природопользованием на уровне субъекта Федерации – М НИА-Природа, 2001 – 125 с.

6 *Адам А М.* Экологические проблемы Томской области и основные пути их решения // Проблемы региональной экологии.– Томск, 1994 – Вып. 1 – С. 5–9.

7. *Адам А М, Болотнов В П* Прогноз изменения плотности населения птиц в пойме Оби в связи с проведением крупных гидротехнических мероприятий – Улан-Удэ, 1984 – С. 101–102

8. *Адам А М, Васенков О.Г Мамин Р.Г* Методические подходы к оценке эколого-экономического ущерба в нефтегазоносных районах Западной Сибири // Нефтегазовая геология на рубеже веков СПб 1999 – Т 3 – С 380–382

9 *Адам А М, Волкотруб Л П, Егоров И М* Возможности аэрокосмического мониторинга в решении экологических и гигиенических задач // Вестник Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности Владикавказ – 1999 №8 – С 45–48

10 *Адам А М, Ильинских Н Н, Ильин С Ю* Генетические последствия радиационного загрязнения Сибири // Тезисы докладов Международной научно-практической конференции "Радиационная безопасность и защита населения" – Екатеринбург, 1995 – 258 с

11 *Адам А М, Мамин Р Г* Методы воздействия на экологическую ситуацию // Экономист 2000 № 4 – С 92–93

12. *Адам А М, Мамин Р Г.* Природные ресурсы и экологическая безопасность Западной Сибири – М · ПОЛТЕКС, 2000 142 с

13 *Адам А М, Мамин Р Г* Природные ресурсы и экологическая безопасность Западной Сибири Изд 2, перераб и доп – М НИА-Природа, 2001 – 172 с

14 *Адам А М, Нехорошев О Г Миловидов С П* Животный мир и охотничье-промысловые ресурсы // Материалы Международной конференции «Экология и рациональное природопользование на рубеже веков Итоги и перспективы» – Томск, 2000 – С 12–15

15. *Адам А М, Тухватулин Р Т* Система управления природопользованием // Материалы Международной конференции «Экология и рациональное природопользование на рубеже веков Итоги и перспективы – Томск, 2000 С 5–7

16 *Адам А М., Тухватулин Р.Т., Цибульников М Р* Эколого-экономические проблемы Томской области // Материалы Всероссийской конференции «Проблемы региональной экологии». – Томск, 2000 – С. 23–35.

17 *Акимова Т А., Хаскин В.В.* Основы экорезвития – М.: 1994. 312 с.;

18 *Аксенова О В.* Экология – М Знание, 1999. – 287 с.

19. *Алексеев Ю Е* Проблемы соматической эволюции осок // Проблемы экологической морфологии растений – М., 1976. – С 194–207.

20 *Андроников В Л., Базилевич Н И., Будина Л.П. и др* Почвенный покров и земельные ресурсы Российской Федерации / Под ред Л Л Шишова, Н В Комова, А.З. Родина, В.М Фридланда. – М Почвенный ин-т им. В В. Докучаева РАСХ, 2001. – 400 с.

21 *Базанов В А., Савичев О Г., Егоров Б.А., Крутовский А.О.* Антропогенные изменения макрокомпонентного состава болотных вод на территории Томской области // Болота и биосфера: Материалы второй научной школы. – Томск Изд-во Том гос пед ун-та, 2003 – С. 94–101

22 *Базанов В А., Савичев О.Г., Волостнов Д В и др.* Влияние шламовых амбаров на геохимическое состояние болотных экосистем в бассейне реки Васюган // Известия Томского политехнического университета – 2004 – Т 307, № 2. – С 72–75.

23 *Базанов В А., Скугарев А А., Макушин Ю В* Экологический мониторинг объектов нефтедобычи Западной Сибири на основе данных ДЗЗ // Технологии ТЭК. – 2005. – №1(20). – С. 96–100

24. *Баклинов П Я., Воробьева Т Ф и др* Региональное природопользование: методы изучения, оценки, управления. – М.: Логос, 2002 – 160 с

25 *Бауэр Л., Вайничке Х* Забота о ландшафте и охране природы / Пер. с нем – М. Прогресс, 1971. – 264 с

26. *Белоусов Р* Экономический потенциал России // Экономист – 1997 – № 11 – С. 3–11

27. *Беляев И К., Богатырев В А* Надежность технических систем. – М.: Радио и связь, 1985 608 с.

28. *Березин А Е., Базанов В А., Савичев О Г* Принципы разработки кадастра торфяных болот (на примере районов нефтедобычи Томской области) // Охрана природы Вып 3 Сб статей / Под ред А.Е Березина. – Томск Изд-во НТЛ, 2005. – С 13–26.

29. *Беручашвили Н.Л.* Геофизика ландшафта – М.: Высш шк., 1990 – 287 с.

30 *Биологические* ресурсы поймы Средней Оби. динамика и прогноз / Под ред А.М. Адам – Томск, 1996. – 212 с.

31. *Блам И Ю* Основы экологического менеджмента и учёта: Метод. пособие – Новосибирск; СПб., 2001. – 165 с

32 *Бобылев С Н., Ходжаев А Ш.* Экологизация экономики и конечные результаты // Вестник МГУ Сер Экономика – 2001 – № 4 – С 96–102.

33 *Бобылев С Н., Ходжаев А.Ш.* Экономика природопользования Учебник – М ИНФРА-М, 2004. – 501 с.

34 *Бобылев С Н., Ходжаев А Ш* Экономика природопользования: Учебное пособие. – М Теис, 1997 – 272 с

35. *Бобылев С П., Стеценко А В.* Экономическая оценка природных ресурсов и услуг // Вестник МГУ Сер Экономика. – 2000 – № 1. – С. 108–110.

36. *Болота* Западной Сибири Их строение и гидрологический режим – Л. Гидрометеоиздат, 1976. – 447 с

37. *Бондур В Г., Савин А И* Концепция создания системы мониторинга окружающей среды в экологических и природоресурсных целях // Исследование Земли из Космоса – 1992 – № 6 – С. 70–78

38 *Булатов А.* Земельные отношения в рыночной экономике // Экономист. – 1997. – № 11. – С. 72–77.

39 *Буянов В.П., Кирсанов К.А., Митасов Л.А.* Управление рисками (рискология). – М.: Экзамен, 2002. – 384 с.

40 *Вальтер Г.* Общая геоботаника.– М.: Мир, 1982. – 261 с.

41 *Васильенко В.Н.* Экологические конфликты общества как предмет социологии и социальной экологии // Социс. – 1998. – № 3. – С. 73–79.

42 *Васюганское* болото. Природные условия, структура и функционирование. 2-е изд. / Под ред. Л.И. Инишевой. – Томск: ЦНТИ, 2003. – 212 с.

43 *Вернадский В.И.* Биосфера: (избранные труды по биогеохимии). – М.: Мысль, 1967. – 376 с.

44 *Вернадский В.И.* Научная мысль как планетное явление. – М.: Наука, 1991. – 271 с.

45. *Викулов В.Е.* Эколого-экономическая стратегия развития региона. – Новосибирск: Наука, 1990. – 184 с.

46 *Викторов С.В., Востокова Е.А., Вышкин Д.Д.* Некоторые вопросы теории геоботанических индикационных исследований // Растительные индикаторы почв, горных пород и подземных вод. – М.: Наука, 1964. – С. 7–11.

47 *Виноградов Б.В.* Экологическая компенсация, замещаемость и экстраполяция растительных индикаторов // Растительные индикаторы почв, горных пород и подземных вод. – М.: Наука, 1964. – С. 210–219.

48 *Вишев И.* К проблеме интегрального критерия прогресса // Альтернативы = Alternatives. – 1997. – Вып. 3. – С. 186–199.

49 *Владимиров В.А., Измалков В.И.* Катастрофы и экология. – М.: Центр стратегических исследований МЧС, ООО «Контакт-культура», 2000. – 371 с.

50. *Воронцов А.П.* Экономика природопользования. – М.: Элит, 2004. – 377 с.

51. *Временная* типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды. – М.: Экономика, 1986. – 95 с.

52 *Вронский В.А.* Экология: словарь-справочник. – Ростов н/Д.: Феникс, 2002. – 573 с.

53 *Всероссийский* институт экономики минерального сырья и недропользования [Электронный ресурс]: официальный сайт. – Электрон. дан. – М., [Б.г.]. – URL: http://www.viems.ru:8101/d3.htm (дата обращения: 04.09.2005).

54 *Гаврилов В.П., Дедиков Е.П. и др.* Экологические проблемы освоения нефтегазового потенциала недр // Геоэкологические исследования и охрана недр. – М.: Геоинформмарк, 2000. – С. 3–12.

55. *Гатилова А.В.* Теоретические основы управления экологическим фактором в инвестиционной экономике: Дис. ... канд. экон. наук. – Томск, 1996. – 188 с.

56. *Гидрологические* расчеты при осушении болот и заболоченных земель. – Л.: Гидрометеоиздат, 1963. – 447 с.

57. *Гирусов Э.В., Лопатин В.Н.* Экология и экономика природопользования. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, Единство, 2002. – 534 с.

58. *Глебов Ф.З.* Взаимоотношение леса и болота в таежной зоне. – Новосибирск: Наука, 1988. – 181 с.

59 *Глухов В.В., Некрасова Т.П.* Экономические основы экологии. – 3-е изд. – СПб.: Питер, 2003. – 384 с.

60 *Гтушкова В.Г., Макар С.В.* Экономика природопользования: Учеб. пособие. – М.: Гардарики, 2003. – 448 с.

61 *Голуб А.А., Струкова Е.Б.* Экономика природных ресурсов. – М.: Аспект Пресс, 1999. – 319 с.

62 *Голуб А А., Струкова Е Б* Экономические методы управления природопользованием - М Наука, 1995 - 136 с

63 *Гордеев А* Экономические механизмы регулирования агропромышленного производства // Экономист - 1998 - № 6 С 23–27

64 *Горелов А А* Экология Учеб пособие для вузов - М Юрайт, 2001 - 312 с

65 *Григорьев А Ю* Экологические аспекты нефтедобычи и энергетическая политика // Нефтяное обозрение - 2004 - № 41 - С 15–20

66 *Данилов-Данилян В И* Об итогах работы Госкомэкологии России и его территориальных органов в 1999 г и задачах ив 2000 г // Вестник экологического образования в России - 2000 - № 1 - С 6–8.

67 *Данилов-Данилян В И* Стоит ли нам радоваться потеплению климата? // Вестник экологического образования в России - 2001 - № 2 С 12–16

68 *Демянко Ю Г* Граничные условия движения России по пути устойчивого развития // Труды ивучной конференции - Новосибирск, 1995 - С. 19–25

69 *Денисенков В.П.* Основы болотоведения - СПб : Изд-во СПб ун-та, 2000 224 с

70 *Десять* ликов нефтяики // Нефтегазовая вертикаль. Аналитический журиал - 2003 - №3 - С 29–40

71. *Динамика* вариации и устойчивости вграриого производства // АПК экономика, управление - 1997 № 8 - С 66–69

72 *Доклад* о состоянии промышленной безопасности опвсных производственных объектов, рациональиого использования и охраны недр Российской Федерации в 2002 году - М ГУП «Научно-техиический центр по безопасности в промышлениости Госгортехнадзора России», 2003 - 110 с

73 *Дучнов А Д* Макроэкономическая оценка использования природиых ресурсов в России // Вопросы статистики - 2001 - № 1 - С 29–32

74 *Дучнов А Д.* Особо охраняемые природные территории в России и задачи их статистической оценки // Вопросы статистики - 2001 - № 10. - С 10–13

75 *Дучнова И И* Социально-экономические основы управления природопользованием в регионе - Новосибирск Нвука, 1996 - 164 с

76 *Дучнова И И* Социально-экономические основы управления прнродопользованием - М Нвука, 1993 - 191 с.

77 *Дюкарев А.Г* Земельный фонд, его качественный состав и использование // Природные ресурсы Томской области - Новосибирск Наука, 1991, - С 7–22.

78. *Евстигнеева Л П., Евстигнеев Р Н* О теоретических основах рыночных преобразований // Россня и современный мнр - 1997 - № 3. - С 79–104

79 *Емельянов А Г* Основы прнролопользоваиия - М ACADEMIA, 2004 - 296 с

80 *Еркова Ю В* Стратиграфия торфяиых залежей // Торфяные месторождения Западной Сибири - М. Недра, 1957, С 71–90

81. *Ефремов С П* Экологическая обусловленность морфогенеза сосны обыкиовенной ив болотах // Проблемы лесной биогеоценологии. - Новосибирск, 1980 - С 140–155

82 *Зеляковская В М., Полянинов Л Я Видрученко М В* Природопользование как объект управления // Вестник Волгоград гос. уи-та Сер 3 Экономика Право - 1996. - Вып 1 - С 62–69

83. *Иванов К Е* Водообмен в болотных ландшафтах. - Л Гидрометеоиздат, 1975 - 280 с

84 *Иванов К Е* Гидрология болот - Л Гидрометеоиздат, 1953 - 299 с

85. *Иванов К Е* Водообмен в болотных ландшафтах Л., Гидрометиздат, 1975 -290 с

86 *Иванов Ю Н* Экономическая статистика М Инфра-М , 1998 - 198 с

87. *Иванченко В* Условия действенности реформ // Экономист - 1997 - № 9 - С 62–68

88. *Израэль Ю А и др.* Радиоактивное загрязнение местности в результате аварии на радиохимическом заводе в г Томске-7 // Метеорология и гидрология – 1993 – № 6. – С. 5–8

89 *Индикаторы* устойчивого развития России Эколого-экономические аспекты / Под ред С Н Бобылева, П.А Макеенко М , 2001. – 220 с

90 *Инишева Л И.* Многофункциональная роль болот Роль болот в круговороте углерода // Болота Западной Сибири, их роль в биосфере / Под ред А.А Земцова – Томск 2002 – С. 28–40, 49–54

91 *Инишева Л И , Архипов В С Маслов С Г , Михантьева Л С* Торфяные ресурсы Томской области и их использование Новосибирск СО РАСХН, 1995. – 88 с

92 *Информационно*-аналитическое обеспечение деятельности министерств и ведомств природно-ресурсного блока нормативно-правовые документы (перечень). – М НИА-Природа 1998 – 300 с.

93 *Исследования* в области океанологии, физики атмосферы, географии, экологии, водных проблем и геокриологии – М ГЕОС 2001 – 141 с

94 *Казанцева Л К* Социальные последствия загрязнения водных ресурсов и атмосферного воздуха в регионах // ЭКО – 1998 – № 12 С 12–15.

95. *Камов В И* Экономика природопользования – Томск Изд-во Том ун-та, 1997 – 108 с.

96 *Касьянов П В* Переход к устойчивому развитию эколого-экономические предпосылки – М Изд-во НУМЦ Госкомэкологии России, 1998 – С 3–7.

97. *Кейнс Д М* Общая теория занятости, процента и денег / Пер. с англ – М Наука, 1999 – 352 с

98. *Кинг А , Шнайдер Б.* Первая глобальная революция Доклад Римского клуба / Пер. с англ , Вступит статья и ред. Д.М Гвишиани, послесл Г С Хозина – М Прогресс, 1991 – 344 с

99 *Кириллова О С* Плата за землю как источник финансовой базы органов местного самоуправления // Актуальные вопросы аграрной экономики в период становления рынка Сб науч раб – Саратов Изд-во Сарат. с-х вкад , 1996 – С 99–102.

100 *Кистанов В В , Копытов Н В.* Региональная экономика России Учебник – М Финансы и статистика 2002 – 584 с

101 *Клейнер Г* От права природы к природе права – М Прогресс, 1988 – 320 с.

102. *Клейнер Г* Современная экономика России как экономика «физических лиц» // Вопросы экономики – 1996 – № 4 – С 23–25

103 *Комкин Ю А* Приватизация как составляющая процесса реформирования в АПК // Экономика, организация АПК в современных условиях Сб науч трудов – М Наука, 1996. – С 7–10

104 *Кононова Е Н* К проблеме структуризации собственности // Актуальные проблемы становления рыночной экономики Межвуз сб науч стат. – Самара Изд-во Самар ун-та, 1997 – С 10–27.

105 *Конторович А Э , Коржубаев А.Г* Стратегия устойчивого развития мирового сообщества и мировая энергетика // Научное наследие В И Вернадского в контексте глобальных проблем цивилизации» – М Ноосфера 2001 – С 365–379

106 *Концепция* перехода Российской Федерации к устойчивому развитию Указ Президента РФ от 01 04 1996 г № 440 // Собрание законодательства Российской Федерации – 1996 – № 15. – С 3695–3701.

107. *Коптюг В А* Наука спасет человечество Новосибирск, 1997 – С 337–338

108 *Коптюг В А* Основные факторы, обусловливающие необходимость перехода человечества к устойчивому развитию // Реформы в России с позиций концепции устойчивого развития Новосибирск, 1990 – С 14–18

109. *Королев В.А* Мониторинг геологической среды / Под ред. В.Т Трофимова – М МГУ, 1995 272 с.

110 *Костылева Н.В., Блинов М.А., Мамин Р.Г., Кошкина В.П.* Системный подход к представлению информации о состоянии водных объектов // Чистая вода России. – Екатеринбург, 1997 – С. 198-199.

111 *Котлов Ф.В.* Изменение геологической среды под влиянием деятельности человека. – М.. Недра, 1978. – 263 с.

112. *Коуз Р.* Фирма, рынок и право / Пер. с англ., Науч. ред. Р Капелюшников – М Дело, 1993 – 192 с.

113. *Крышев И.И* Экологические критерии радиационной защиты в ядерной энергетике // Атомная энергия – 1993. – Т 74, вып 4 – С. 321–327.

114 *Лазар Я* Собственность в буржуазной правовой теории – М. Наука, 1985. – 192 с.

115 *Лесохозяйственный* регламент Тегульдетского лесничества Томской области // Западно-Сибирский филиал государственной инвентаризации лесов. Томская экспедиция – Томск, 2008.

116. *Летунинкас А.И* Антропогенные геохимические аномалии и природная среда: Учеб. пособие. – Томск Изд-во НТЛ, 2002 – 290 с.

117. *Лисс О.Л., Абрамова Л.И., Аветов Н.А. и др* Болотные системы Западной Сибири и их природоохранное значение. – Тула. Гриф и К°, 2001. – 584 с.

118. *Лиштван И.И., Базин Е.Т., Гамаюнова Н.И., Терентьев А.А.* Физика и химия торфа. – М.. Недра, 1989. 304 с.

119. *Лосев К.С., Горшков В.Г. и др.* Проблемы экологии России / Под ред. В.И. Данилова-Данильяна. – М., 1993. – 348 с

120. *Лотош В.Е.* Экология природопользования. – Екатеринбург. Изд-во Урал. гос. экон. ун-та, 2000 – 560 с.

121 *Лопатин В.Д.* О гидрологическом значении верховых болот // Вестн. ЛГУ. – 1949. – №2. – С. 37–49.

122 *Лукичников Н.Н., Потравный И.М* Экономика и организация природопользования – М ЮНИТИ, 2007. – 591 с.

123. *Львов Ю.А* Болотные ресурсы // Природные ресурсы Томской области – Новосибирск Наука, 1991. – С 67–83

124 *Львовская К.Б.* Окружающая среда, рынок и регион – М.. Наука, 1993 – 157 с.

125. *Ляпина А.А.* Экономика, экология, затраты – М.: Теис, 1997. – 95 с.

126 *Максименко Ю.Л* Руководство по проведению оценки воздействия на окружающую среду при подготовке обоснований инвестиций в строительство, технико-экономических обоснований и/или проектов строительства, реконструкции, расширения технического перевооружения, консервации или ликвидации хозяйственных и/или иных объектов и комплексов: Информационный бюллетень – М., 1997. – 73 с.

127. *Мальтус Т.Р* Опыт о законе народонаселения. – Петрозаводск Петроком, 1993 – 139 с

128. *Марчук Г.И., Кондратьев К.Я* Приоритеты глобальной экологии – М.: Наука, 1992 – 264 с.

129 *Матухин Р.Г., Матухина В.Г., Васильев И.П. и др.* Классификация торфов и торфяных залежей Западной Сибири – Новосибирск СО РАН, НИЦ ОИГГиМ, 2000. – 96 с.

130 *Медведева О.Е.* Оценка земли и природных ресурсов [Электронный ресурс] Экобюллетень ИНЭКА – 2004 № 3–4 (98-99), март–апрель [Электронный ресурс] – URL http://ineca.ru/?dr=bulletin&pg=content&number_0098007 (дата обращения 24.05.2006)

131. *Международное* право учебник для вузов / І В Игнатенко [и др ], под ред І В Игнатенко, О И Тиунова - М Норма-Инфра, 1998. – 569 с.

132. *Методика* исчисления вреда окружающей среде (поверхностные и подземные воды) [Электроиный ресурс] // Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области официальный сайт. – Электрои. дан. – Томск, 2002–2008. – URL: http //www.green.tsu.ru/html/doc/ zakon/post4 htm (дата обращения 03 02 2006)

133. *Методика* исчисления размера вреда окружающей среде (атмосфериый воздух) [Электроиный ресурс] // Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области официальный сайт Электрон дан – Томск, 2002–2008 – URL http://www green.tsu ru/download/ metod_vozd.pdf (дата обращения 03 02 2006).

134. *Методика* исчисления размера яреда окружающей среде (земля) [Электроиный ресурс] // Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области: официальный сайт – Электрои. дан – Томск, 2002–2008. – URL· http// www green.tsu ru/htmls/doc/zakon/ post3.htm (дата обращения 03.02.2006)

135 *Методика* нормативной оценки и расчёта ущерба, наносимого животному миру и недревесиым растительным ресурсам при реализации хозяйственных проектов [Электроиный ресурс] // Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области официальный сайт. – Электрои дан – Томск, 2002–2008 – URL· http //www green tsu.ru/htmls/doc/ zakon/post6.htm (дата обращения 03.02.2006).

136 *Методика* нормативной оценки и расчёта ущерба, наносимого животному миру и недревесиым растительным ресурсам при реализации хозяйственных проектов [Электроиный ресурс] // Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области официальный сайт. – Электрон дан. – Томск, 2002–2008 – URL http // www green tsu ru/htmls/doc/ zakon/post6 htm

137 *Методические* и нормативные материалы по государственному экологическому контролю в сфере охраны водных ресурсов. – Н Новгород, 2000 – 311 с

138. *Методы* анализа и управления эколого-экономическими рисками Учеб. пособие для вузов / Н.П. Тихомиров [и др.]; под ред Н.П. Тихомирова. - М ЮНИТИ, 2003 – 348 с

139 *Михайлов В Я* Об оценке аэроснимков, применяемых для дешифрирования Теория и практика дешифрирования аэроснимком – М.: Наука, 1966 – С 5–15.

140 *Мкртчян Г М., Романова Е Г* Многокритериальный подход к оценке эффективности охраны окружающей среды // Экология Экономика Информатика XXXV школа-семинар "Математическое моделирование в проблемах рационального природопользования" (10–15 сентября 2007 г.) – Ростов н/Д: Изд-во СКНЦ ВШ, 2007 – С. 115–118.

141 *Мозолевская Е Г* Экология, мониторинг и рациональное природопользование М , 2002 249 с

142 *Москаленко А П.* Экономика природопользования и охраны окружающей среды Учеб пособие - М НКЦ «МарТ», Ростов н/Д Издательский центр «МарТ», 2003 – 221 с

143 *Москвин Ю П., Новиков С М* Современное состояние и перспективы изучения гидрологии болот как гидрологического объекта // Проблемы современной гидрологии - Л Гидрометеоиздат, 1989 – С 237-249

144 *Мы, народы*: роль Организации Объединеиных Нацнй в XXI веке: доклад Генерального секретаря ООН [Электроиный ресурс] // Организация объединенных Наций (ООН) – Электрои дан - 2000-2009 – URL www.un.org russian/ conferen/ millennium 2000.doc (дата обращения 27 08 2001)

145 *Национальный* атлас России Т. 1: Общая характеристика территории – М Рос картография, 2005

146 *Национальные* парки и заповедники мира [Электронный ресурс] – Электрон дан – [Б м ], 2006–2009 URL http //www nparks ru (дата обращения 12 10 2007)

147 *Наше* общее будущее. доклад Международной комиссии по окружающей среде и развитию / Пер с англ – М Прогресс, 1989 – 120 с

148 *Нейштадт М И* Торфяные ресурсы, их качество и особенности // Научные предпосылки освоения болот Западной Сибири – М Нвука, 1977 – С 175–180

149 *Нейштадт М И* Проблемы Западной Сибири в связи с её заболоченностью // Влияние перераспределения стока вод ив природные условия Сибирн – Новосибирск Наука, 1980 – С 121–124

150 *Новиков Г.А.* Основы общей экологии и охраны природы – Л ЛГУ, 1979 – 352 с.

151 *Новиков С М* Водообмен болот // Болота и биосфера Материалы второй научной школы – Томск Изд-во Том пед ин-та, 2003. – С.25–38

152 *«Обвальный»* термокарст в Западно-Сибирской субарктике и тенденции глобальных климатических изменений / С Н Кирпотин [и др ] // Экологические, гуманитарные и спортивные аспекты подводной деятельности. Материалы III Международной научно-практической конференции, 21–23 октября 2004 г. – Томск, 2004 – С 163–169

153 *Об охране* окружающей природной среды Закон РСФСР от 19.12 1991 г. № 2061-1 (с изм от 21.02.1992 г в ред. Закона РФ № 2397-1, от 02.06 1993 г. в ред Закона РФ № 5076-1) // Общественная организация «Эколайн». – Электрон. дан – М., 1995–2005 – URL http://www ecoline.ru/mc/legis/1_16 txt (дата обращения. 14 10 1998)

154. *Об охране* окружающей среды Федеральный закон от 10 01 2002 г № 7-ФЗ // Общественная организация «Эколайн». – Электрон дан – М , 1995–2005. – URL http://www.ecoline ru/mc/legis/zoos2002 html (дата обращения 20 11 2002)

155 *Об утверждении* Порядка определения платы и её предельных размеров за загрязнение окружающей природной среды, размещение отходов и другие виды вредного воздействия Постановление Правительства РФ от 28 08 1992 г. № 632 // Федеральное агентство кадастра объектов недвижимости – Электрон. дан М , 2005–2009 – URL http.//www.kadastr.ru/documents/docs/3277/ (дата обращения: 17 07.1998)

156 *Об экологической* экспертизе Федеральный закон от 23.11.1995 г № 174-ФЗ // Общественная организация «Эколайн» – Электрон дан – М , 1995–2005 – URL: http.//www.ecoline ru/mc/legis/1_35_2 txt (дата обращения: 07 05 1998)

157 *Обзор* санитарного и лесопатологического состояния лесов в России за 1999 год. Федеральная служба лесного хозяйства России Российский центр защиты леса – М , 2000 – 34 с

158 *Одум Г., Одум Э.* Энергетический базис человека и природы / Пер. с англ. – М Прогресс, 1978. 379 с

159 *Одум Ю* Экология / Пер с англ – М Мир, 1986 – 328 с.

160 *Окружающая* природная среда России Краткий обзор. – М Экос, 1995. – 119 с

161 *Окружающая* среда. Энциклопедический словарь-справочник – М.. Прогресс

162 *Орлов Д С., Бирюкова О Н., Суханова Н И* Органическое вещество почв Российской Федерации – М Наука, 1996. – 256 с.

163 ООН будет бороться с нехваткой водных ресурсов [Электронный ресурс] // Организация объединенных Наций (ООН) – Электрон дан – 2000-2009 – URL http.// www un org/russian/waterforlifedecade (дата обращения 19 04.2004)

164 *Папенов К В* Экономика и природопользование М Нвука, 1997. – 240 с

165 *Пахомова Н В., Рихтер К К* Экономика природопользоввния и охраны окружающей среды. Учеб пособие – СПб. Изд-во СПб ун-та, 2001. – 220 с.

166 *Пахомова Н В* Экономика природопользования и экологический менеджмент - СПб Изд-во СПб ун-та, 1999 - 488 с

167 *Перелет Р А* Подходы к пониманию устойчивого развития и экономика // Управление природопользованием для устойчивого развития Ярославль Кадастр, 1997 - С 9–23

168 *Перелет Р А , Сергеев Г С* Технологический риск и обеспечение безопасности производства М Знание, 1998 64 с.

169 *Перельман А И* Геохимия ландшафта М Высш шк , 1975 342 с.

170 *Пигу А* Экономическая теория благосостояния В 2 т Пер с англ - М Прогресс, 1985 - Т. 1. - 512 с.

171. *Пигу А* Экономическая теория благосостояния: В 2 т / Пер с англ. – М Прогресс, 1985 – Т 2 – 454 с.

172 *Пологова Н Н , Латынина Е Д.* Накопление углерода в торфяных залежах Большого Васюганского болота // Большое Васюганское болото Современное состояние и процессы развития - Томск Изд-во ИОА СО РАН – С 174–179

173 *Проблемы* создания региональных геоинформационных комплексов и опыт решения прикладных задач на основе аэрокосмической информации / Под ред В В Лебедева. - М Наука, 2002 – 239 с

174 *Повестка* дня на 21 век [Электронный ресурс] // Организация объединенных Наций (ООН) - Электрон дан - 2000–2009 - URL: http://www.un.org/russian/conferences/wssd/agenda21/part2/ch22.htm (дата обращения 06.05.2002)

175. *Повышение* экономической эффективности государственного природного национального парка «Куршская Коса» / Под ред. Г.А. Фоменко – Ярославль Кадастр, 2000 – 83 с.

176. *Послание* Генерального Секретаря ООН по случаю Всемирного дня борьбы с опустыниванием и засухой // Вестник экологического образования в России – 2001 - № 2 - С 3–10

177. *Потапов А Д* Экология –2-е изд., испр. и доп – М Высшая школа, 2004 – 526 с

178 *Починок А П* Чернобыль Пятнадцать лет спустя // Вестник экологического образования в России 2001 - № 2 - С 15–17

179. *Природные* ресурсы антропосферы: воспроизводство, стоимость, рента / Под ред К.К Вальтух – М Янус-К. 2002 – 396 с.

180 *Природные* ресурсы и окружающая среда Российской Федерации / Под ред. Н Г Рыбальского М НИА-Природа, 2001 - 567с

181 *Природный* парк «Берендеевка» в развитии г Костромы анализ экосистемных услуг – Ярославль Кадастр, 2000. – 41 с.

182 *Проблемы* безопасности при чрезвычайных ситуациях - М ВИНИТИ, 2001 - 169 с

183 *Проблемы* традиционного природопользования Север, Сибирь и Дальний Восток Российской Федерации М Госкомсевер РФ, 2000 222 с

184 *Протасов В Ф* Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России Учеб и справ пособие - 3-е изд. М Финансы и статистика, 2001 672 с.

185 *Пыльнева Т Г* Природопользование - М Финстатинформ, 1997 – 144 с

186 *Разумовский В М* Природопользование Учебник – СПб.: Изд-во СПб ун-та. 2003 293 с

187 *Родина М М* Экономика природопользования - М Высшая школа, 2006 - 271 с

188 *Реймерс Н Ф* Природопользование / Словарь-справочник М Мысль, 1990 634 с

189 *Реймерс Н Ф* Надежды на выживание человечества Концептуальная экология - М Россия молодая, 1992 336 с.

190 *Реймерс Н Ф* Экология Теория, законы, правила, принципы и гипотезы М Россия молодая, 1994 - 367 с

191 *Рекомендации* по денежной оценке природных ресурсов и объектов окружающей среды адаптация к условиям России эколого-экономического учета ООН Методическое пособие. - Ярославль НПП «Кадастр», 2000 76 с.

192 *Рекомендации* по денежной оценке ресурсов и объектов окружающей среды адаптация к условиям России методов эколого-экономического учёта ООН - М.: Наука, 2000 - 74 с

193 *Рикардо Д* Начала политической экономии и налогообложения - М . ЭКСМО, 2007 - 960 с

194 *Розанов С И* Общая экология - СПб Лань 2001 288 с

195 *Росновский И Н* Устойчивость почв в экосистемах как основа экологического нормирования - Томск Изд-во Института оптики атмосферы СО РАН, 2001 252 с.

196 *Рюмина Е В* Анализ эколого-экономических взаимодействий - М Наука, 2000 - 158 с

197 *Савичев О Г* Влияние болот на гидрохимический сток в бассейне Средней Оби (в пределах Томской области) // Известия Томского политехнического университета 2005, - Т 308 № 3.- С 47–50

198. *Савичев О Г* Химический состав болотных вод на территории Томской области (Западная Сибирь) и их взаимодействие с минеральными и органоминеральными соединениями // Известия Томского политехнического университета – 2009 – Т 314 № 1. – С. 72–77.

199 *Савичев О Г, Базанов В А, Здвижков М А* Химический состав природных ландшафтов с разной степенью антропогенной нагрузки // Проблемы поисковой и экологической геохимии Сибири Труды Всерос научн конф – Томск: Изд-во Том политех ун-та, 2003 – С 274–276

200 *Саенко К.С.* Учет экологических затрат. – М Финансы и статистика, 2005 – 375 с

201 *Самоорганизация* природных, техногенных и социальных систем междисциплинарный синтез фундаментальных и прикладных исследований / Под ред. Э В. Ланько Алма-Ата, 1998 – 184 с.

202 *Серебряков И Г* Экологическая морфология растений М , 1962 – 379 с

203. *Сукачев В Н* Болота, их образование, развитие и свойства // Избранные труды – Л Наука, 1973 – Т 2 – С 97–161

204 *Сукачев В Н* Болота, их образование, развитие и свойства – Л Изд-во Ленингр лесн ин-та, 1926 – 162 с

205 *Силаев А Е* Система платного природопользования // Экономист – 2000 – № 3 – С 82–87.

206 *Скобеева Е И Голгофская Г В , Лисс О Л и др* Классификация растительного покрова болот и видов торфа центральной части Западной Сибири. - М Наука, 1975 – 149 с

207 *Соболева Е Н* Экологический потенциал развития экономики: институциональный аспект Автореф. дис канд. экон. наук – Томск, 2004 – 22 с

208 *Соколов С Н, Подчернин В В* Трансформация природно-ресурсного потенциала и региональная экономическая политика в Азиатской России // Материалы научной конференции «Проблемы геологии и географии Сибири» - Томск, 2003 – С 64–66

209 *Сорок* процентов людей умирает от загрязнения окружающей среды [Электронный ресурс] // lenta.ru: издание Rambler Media Group Электрон дан - М 1999–2009 -

Дата размещения. 10.10.2007. – URL: http://www.lenta.ru/news/2007/08/06/pollution (дата обращения 14.12.2007)

210. *Состояние* геологической среды (недр) на территории Томской области в 1999 г. Информационный бюллетень. Вып.5. Томск: ГУП ТЦ Томскгеомониторинг, 2000. – 180 с.

211. *Состояние* поверхностных водных объектов, водохозяйственных систем и сооружений на территории Томской области в 2001 г. Информационный бюллетень. Вып. 4. – Томск: ГУП ТЦ Томскгеомониторинг, 2002. – 82 с.

212. *Степановских А.С.* Общая экология. Курган: Зауралье, 1996. – 464 с.

213. *Сукачев В.Н.* Болота, их образование, развитие и свойства // Избранные труды. – Л.: Наука, 1973. – Т. 2. – С. 97–161.

214. *Тетиор А.Н.* Биопозитивная техносфера и устойчивое развитие. Симферополь: Гортипография, 1994. 140 с.

215. *Тонконогий М.С.* Экология и экономика природопользования: Учебник. – Алматы: Экономика, 2003. – 592 с.

216. *Торфяные* месторождения Томской области: Справочник по состоянию изученности на 01.01.98 г. – Новосибирск: СНИИГГИМС, 1998. – 405 с.

217. *Трансграничные* водные ресурсы [Электронный ресурс] // Организация Объединенных Наций (ООН). – Электрон. дан. – 2000–2009. – URL: http://www.un.org/russian/waterforlifedecade/supplyingwater.html (дата обращения: 22.03.2003)

218. *Уайт Г.* География, ресурсы и окружающая среда (пер. с англ.). – М.: Прогресс, 1990. – 543 с.

219. *Указания* по расчетам стока с неосушенных и осушенных верховых болот. – Л.: Гидрометеоиздат, 1971. Введены в действие с 01.07.1971 г.

220. *Уотсон Д.* Геология и человек: Пер. с англ. – Л.: Недра, 1986. – 184 с.

221. *Федеральные* целевые программы природно-ресурсного и смежных направлений. Краткий обзор. – М.: МПР России, 1999. – 86 с.

222. *Федоров В.Г., Дрегилев Л.А.* Экология и экономика природопользования / Под ред. П.В. Забелина. – М.: РДЛ, 2003. – 231 с.

223. *Фетисов Г.Г.* Будущее российской экономики: экспорт сырья, диверсификация или высокие технологии [Электронный ресурс] // Перспективы: фонд исторической перспективы. – Электрон. дан. – [Б.м.], 2007–2009. – Дата размещения: 12.11.2007. – URL: http://www.perspektivy.info/rus/ekob/buduschee_rossiiyskoiy_ekonomiki_eksport_sytya_diversifikaciya_ili_vysokie_tehnologii_doklad_2007-10-12-4-34.htm (дата обращения: 12.04.2008)

224. *Филандышева Л.Б., Окишева Л.Н.* Сезонные ритмы природы Западно-Сибирской равнины. – Томск, 2002. – 404 с.

225. *Фоменко Г.А., Фоменко М.А., Лошадкин К.А.* Денежная оценка природных ресурсов и экосистемных услуг в территориальном развитии: адаптация в России методологических подходов ООН. – Ярославль, 2000. – 127 с.

226. *Хачатуров Т.Е.* Экономика природопользования. – М.: МГУ, 1991. – 269 с.

227. *Хуснутдинов Д.С.* Экологические фонды в системе экономического механизма природопользования. – М.: ПОЛТЕКС, 2000. – 97 с.

228. *Чеботарев А.И.* Гидрологический словарь. – Л.: Гидрометеоиздат, 1964. 222 с.

229. *Шварц С.С.* Экологические закономерности эволюции. – М.: Наука, 1980. – 277 с.

230. *Шварцев С.Л.* Гидрогеохимия зоны гипергенеза. – М.: Недра, 1998. – 366 с.

231. *Шварцев С.Л., Рассказов Н.М., Сидоренко Т.Н., Здвижков М.А.* Геохимия природных вод района Большого Васюганского болота // Большое Васюганское болото: Со-

временное состояние и процессы развития – Томск. Изд-во ИОА СО РАН, 2002. – С. 139–149

232 *Шилов И.А.* Экология – М.: Высшая школа, 2001 – 512 с.

233 *Шоба В.А.* Экономика природопользования. Вопросы и ответы. Учеб. пособие – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2003 – 96 с.

234 *Щеповских А.И.* Совершенствование региональных систем управления природопользованием – М., 1997 – 96 с.

235. *Экологическая* безопасность России – М.: Юридическая литература, 1996 – 334 с.

236. *Экологические* проблемы развивающихся стран [Электронный ресурс] // Экологический центр «Экосистема» – Электрон. дан. – [Б.м.], [Б.г.] – URL: http://www.ecosystema.ru (дата обращения: 16.12.2005)

237. *Экологические* проблемы развивающихся стран [Электронный ресурс] // Экологический центр «Экосистема». – Электрон. дан. – [Б.м.], [Б.г.] – URL: http.// www.ecosystema.ru

238 *Экологический* мониторинг: состояние окружающей природной среды Томской области в 2004 году. – Томск, 2005. – 180 с.

239 *Экологический* мониторинг: состояние окружающей природной среды Томской области в 2005 году. – Томск, 2006. – 149 с.

240 *Экологический* мониторинг: состояние окружающей природной среды Томской области в 2006 году. – Томск, 2007. – 152 с.

241 *Экологический* мониторинг: Состояние окружающей среды Томской области в 2008 году / Гл. ред. А.М. Адам, редкол.: В.А. Коняшкин, С.Н. Воробьев, Н.В. Горина, Департамент природ. ресурсов и охраны окру-жающ. среды Том. обл., ОГУ «Облкомприрода» Администрации Том. обл. – Томск: Оптимум, – 2009. – 144 с., ил.

242 *Экология* и экономика природопользования / Э.В. Гирусов [и др.] – М.: Закон и право, 1998. – 519 с.

243 *Экономическая* оценка использования природных ресурсов в условиях рынка / Ред. Н.І. Пашева. – М.: Апатиты, 1994. – 162 с.

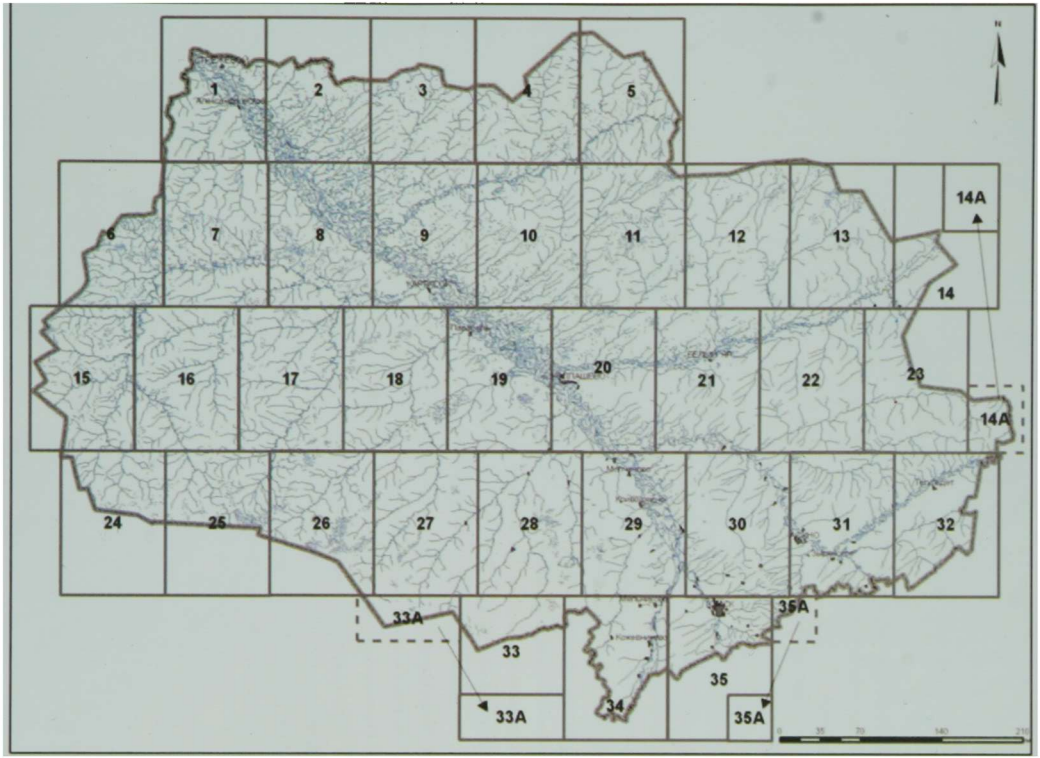
244 *Экономические* основы профилактики конфликтов в сфере природопользования на примере Обь-Томского междуречья / Ред. Г.А. Фоменко. – Ярославль: Кадастр, 2000. – 107 с.

245 ЮНЕП призывает обеспечить энергетически «чистое будущее» / Общ. ред. Т.Е. Веденской // Вестник экологического образования в России. – 2001. – № 1. – С. 7–10

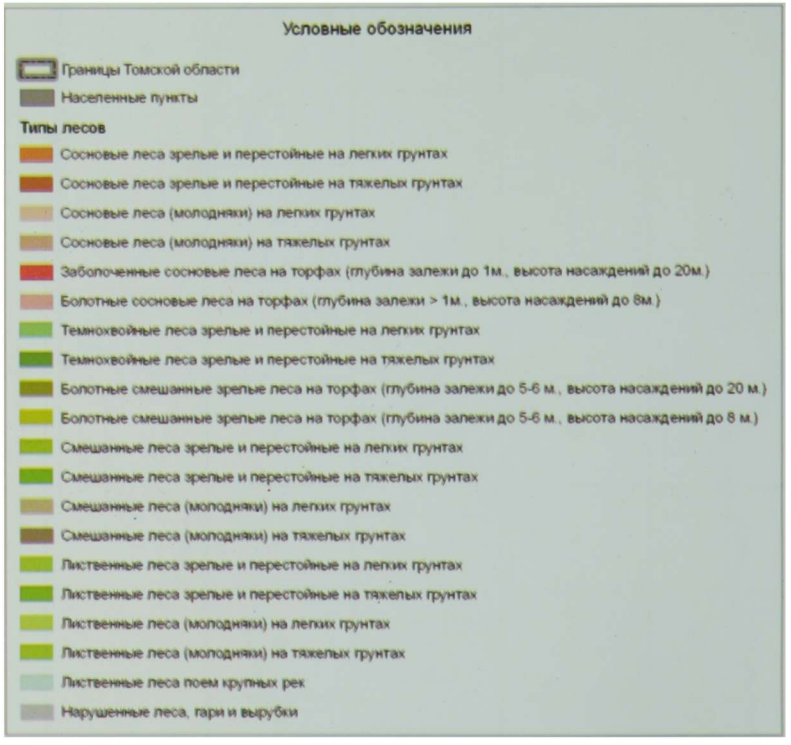
246 *Indicators* of Sustainable Development: Framework and Methodology. – N.Y.: United Nations, 1996. – 428 p.

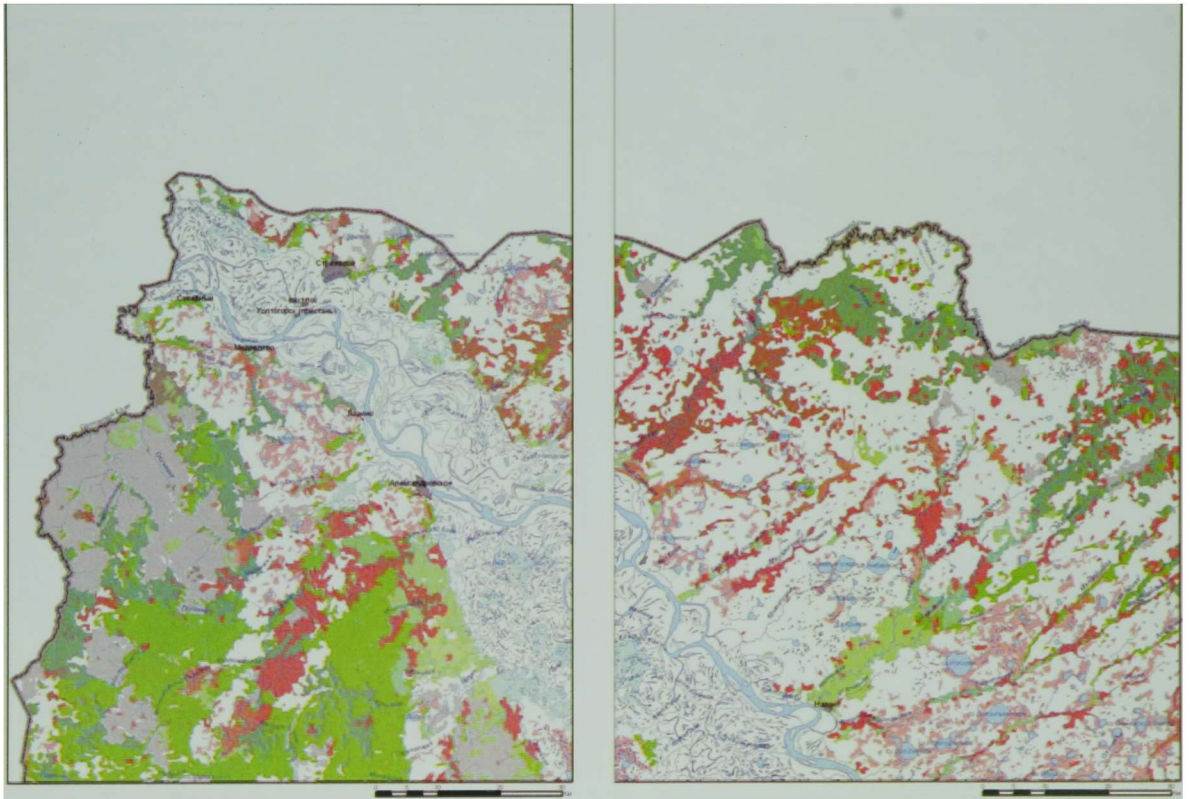
247 *Indicators* of Sustainable Development: Framework and Methodology. – N.Y.: United Nations, 1996, – 428 p.

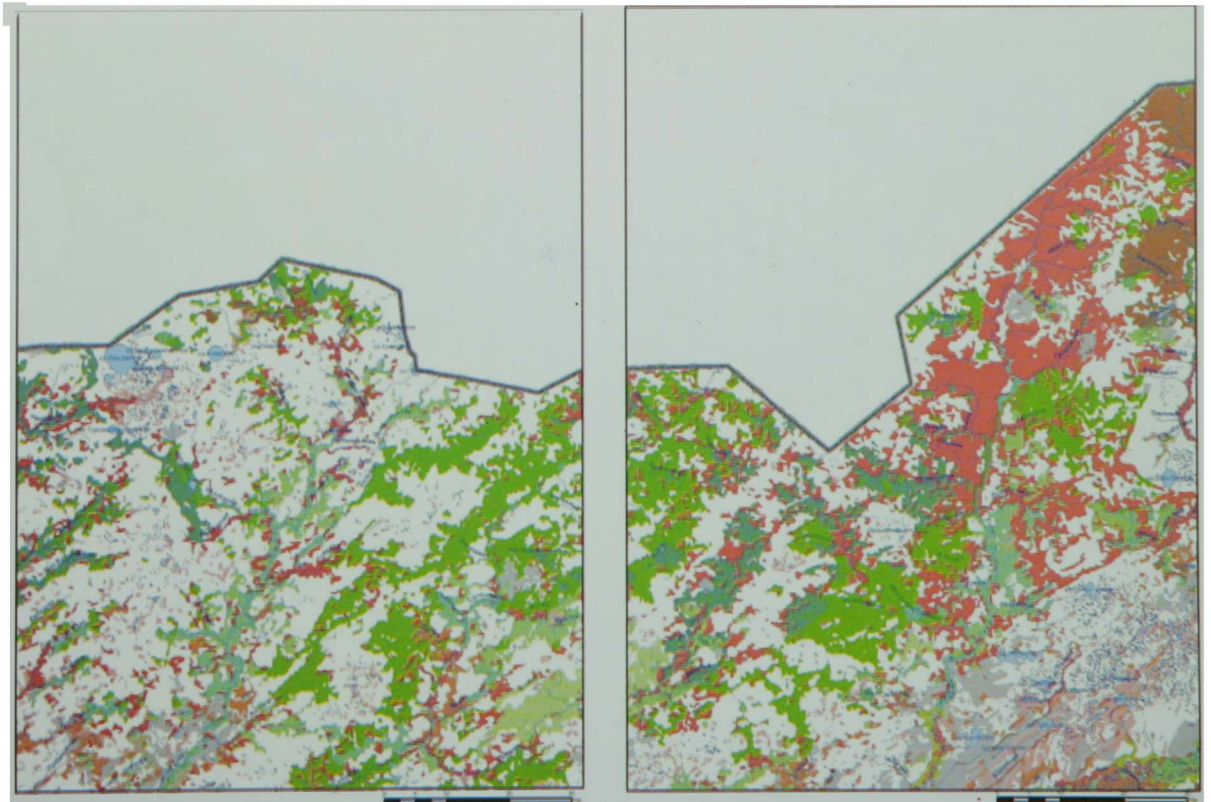
# ПРИЛОЖЕНИЯ

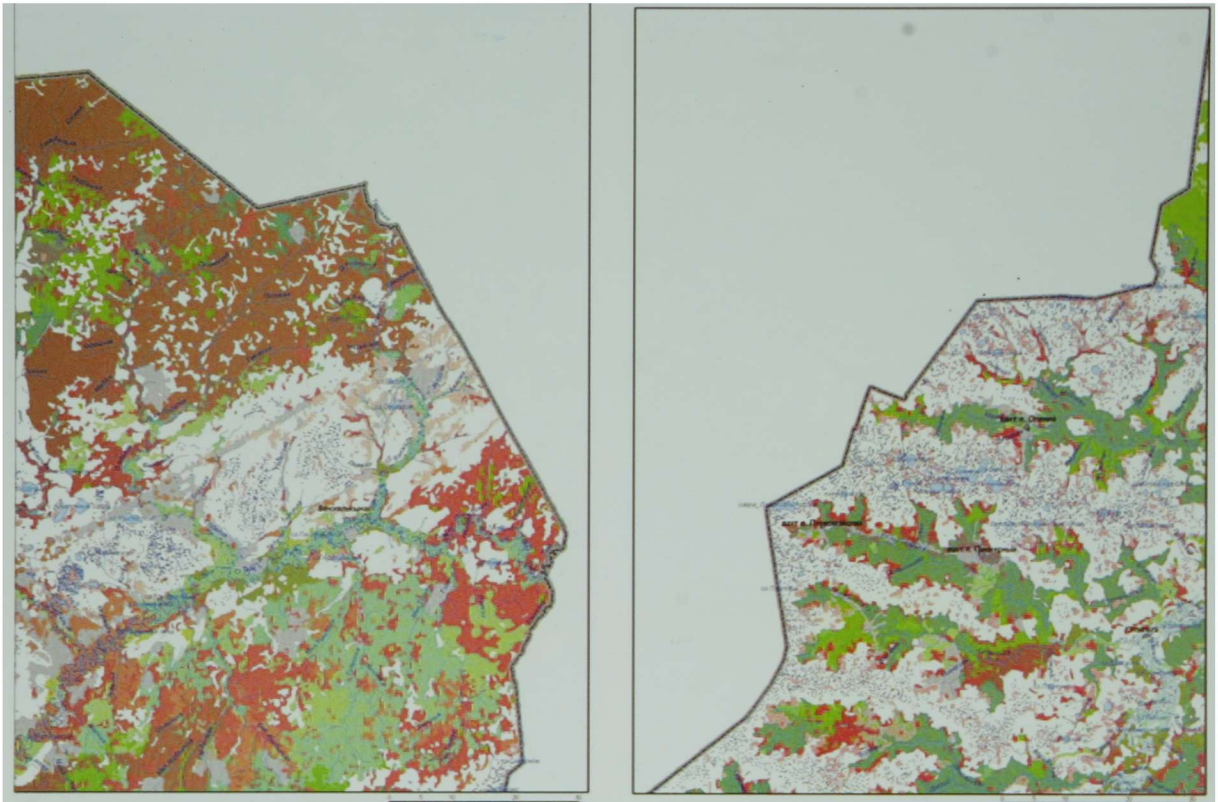


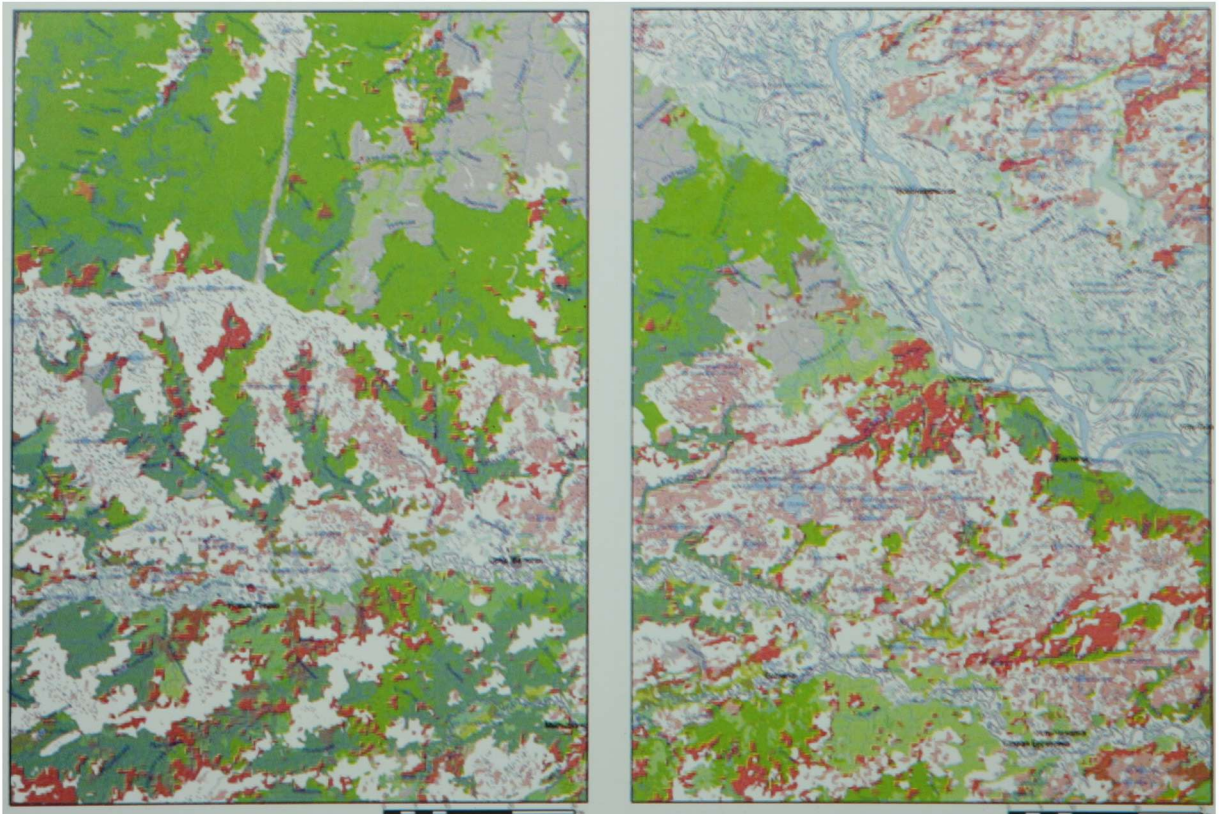

Леса Томской области

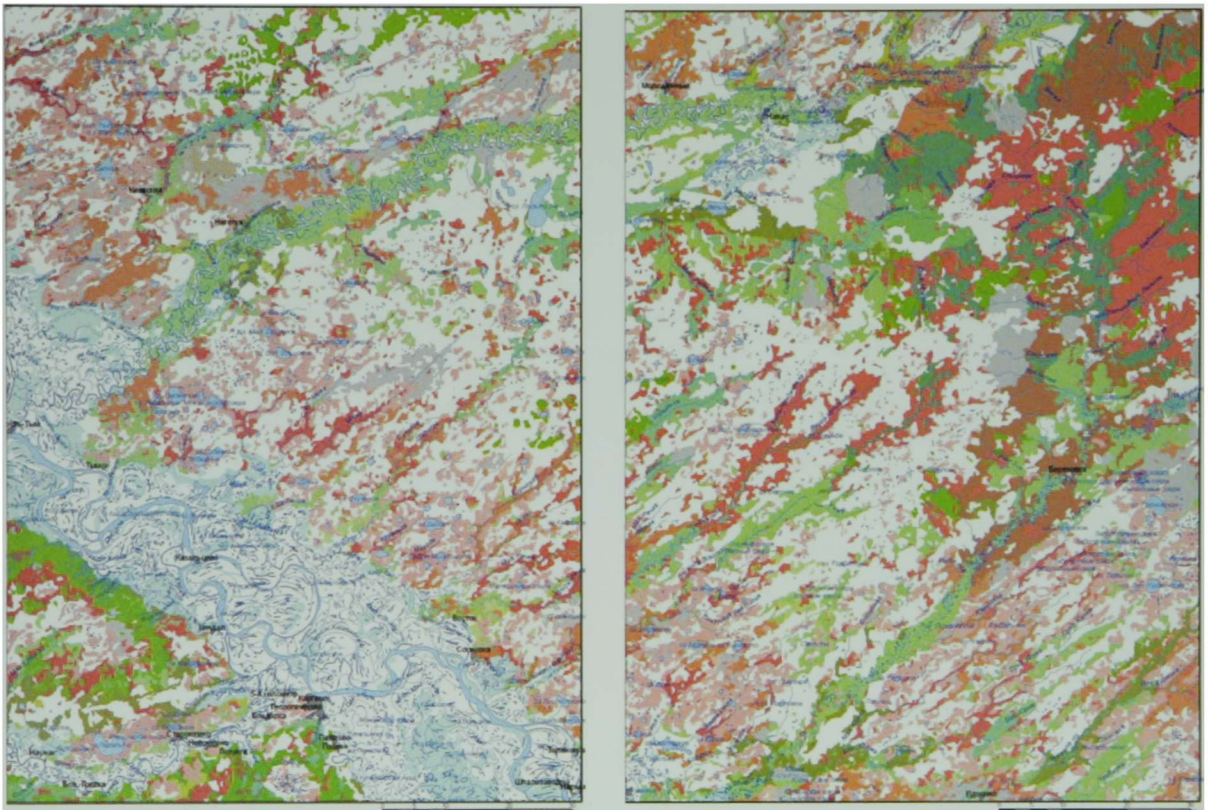

Условные обозначения
Границы Томской области
Населенные пункты
Типы лесов
Сосновые леса зрелые и перестойные на легких грунтах
Сосновые леса зрелые и перестойные на тяжелых грунтах
Сосновые леса (молодняки) на легких грунтах
Сосновые леса (молодняки) на тяжелых грунтах
Заболоченные сосновые леса на торфах (глубина залежи до 1м., высота насаждений до 20м.)
Болотные сосновые леса на торфах (глубина залежи > 1м., высота насаждений до 8м.)
Темнохвойные леса зрелые и перестойные на легких грунтах
Темнохвойные леса зрелые и перестойные на тяжелых грунтах
Болотные смешанные зрелые леса на торфах (глубина залежи до 5-6 м., высота насаждений до 20 м.)
Болотные смешанные зрелые леса на торфах (глубина залежи до 5-6 м., высота насаждений до 8 м.)
Смешанные леса зрелые и перестойные на легких грунтах
Смешанные леса зрелые и перестойные на тяжелых грунтах
Смешанные леса (молодняки) на легких грунтах
Смешанные леса (молодняки) на тяжелых грунтах
Лиственные леса зрелые и перестойные на легких грунтах
Лиственные леса зрелые и перестойные на тяжелых грунтах
Лиственные леса (молодняки) на легких грунтах
Лиственные леса (молодняки) на тяжелых грунтах
Лиственные леса пойм крупных рек
Нарушенные леса, гари и вырубки

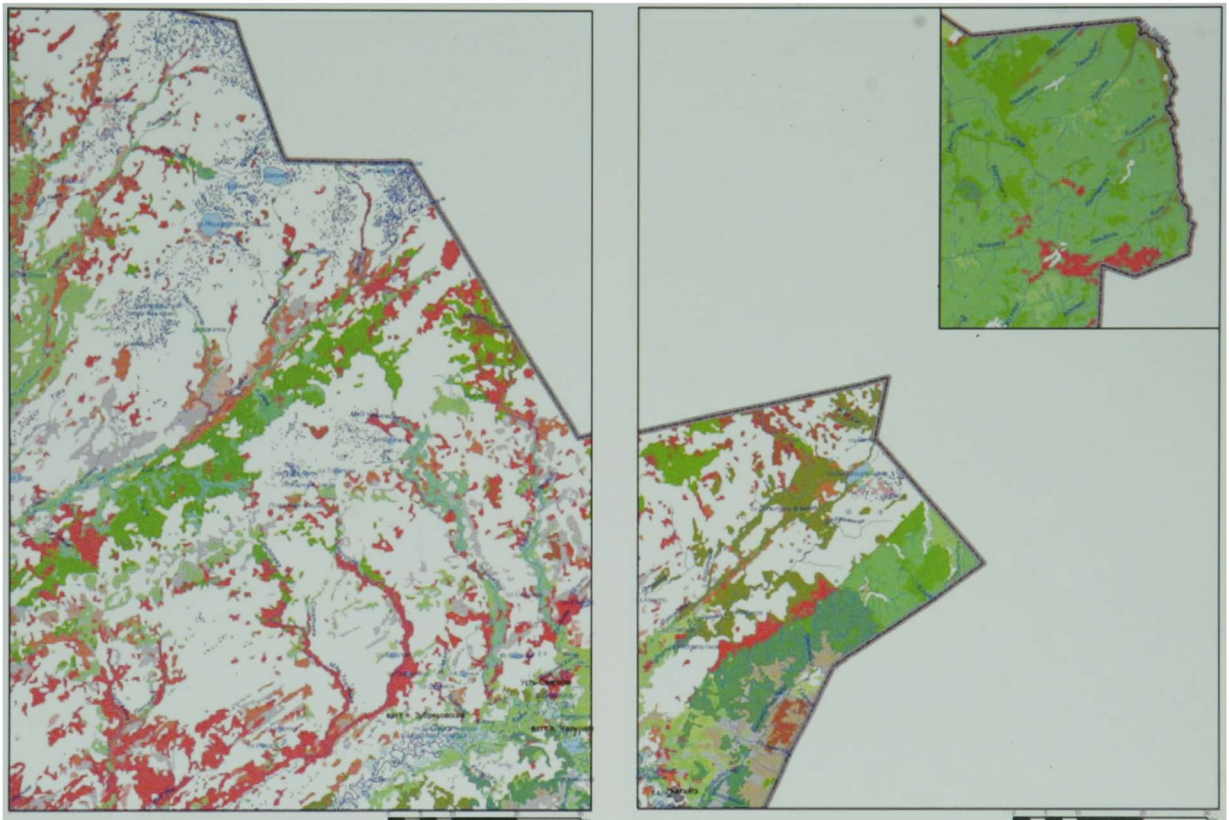


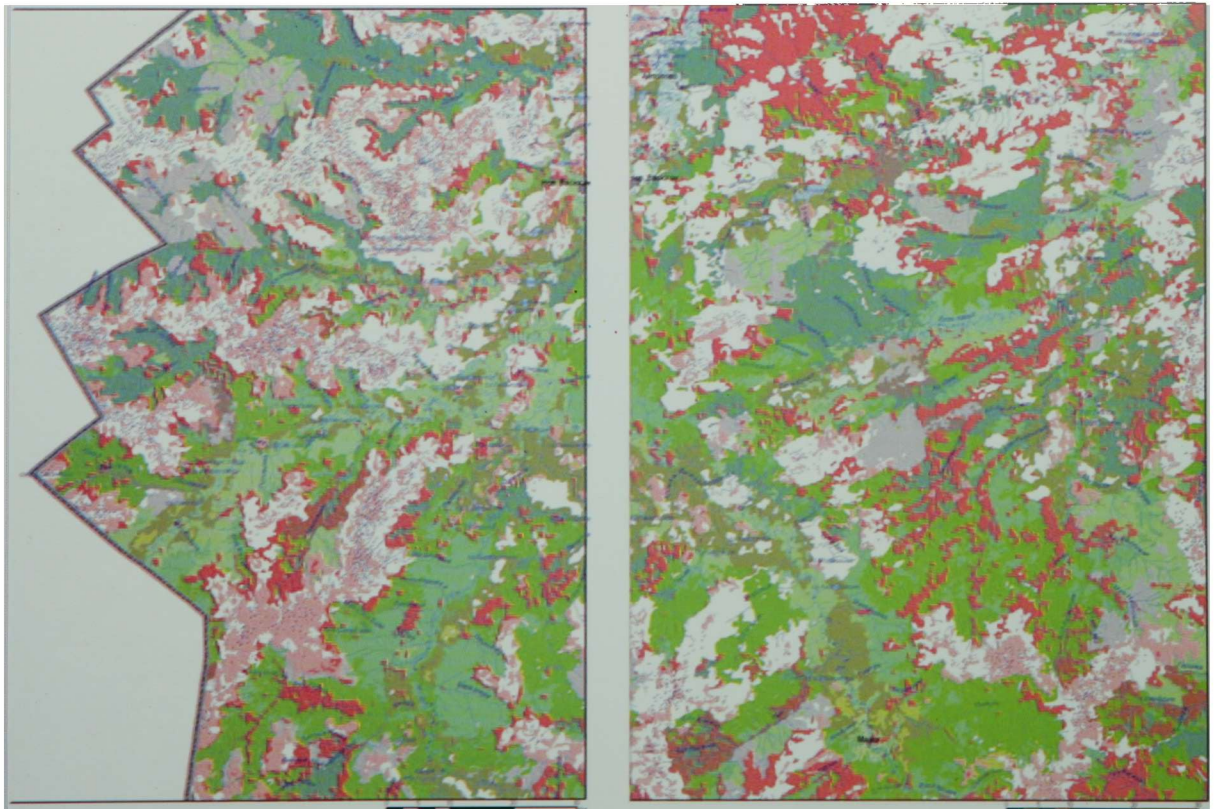


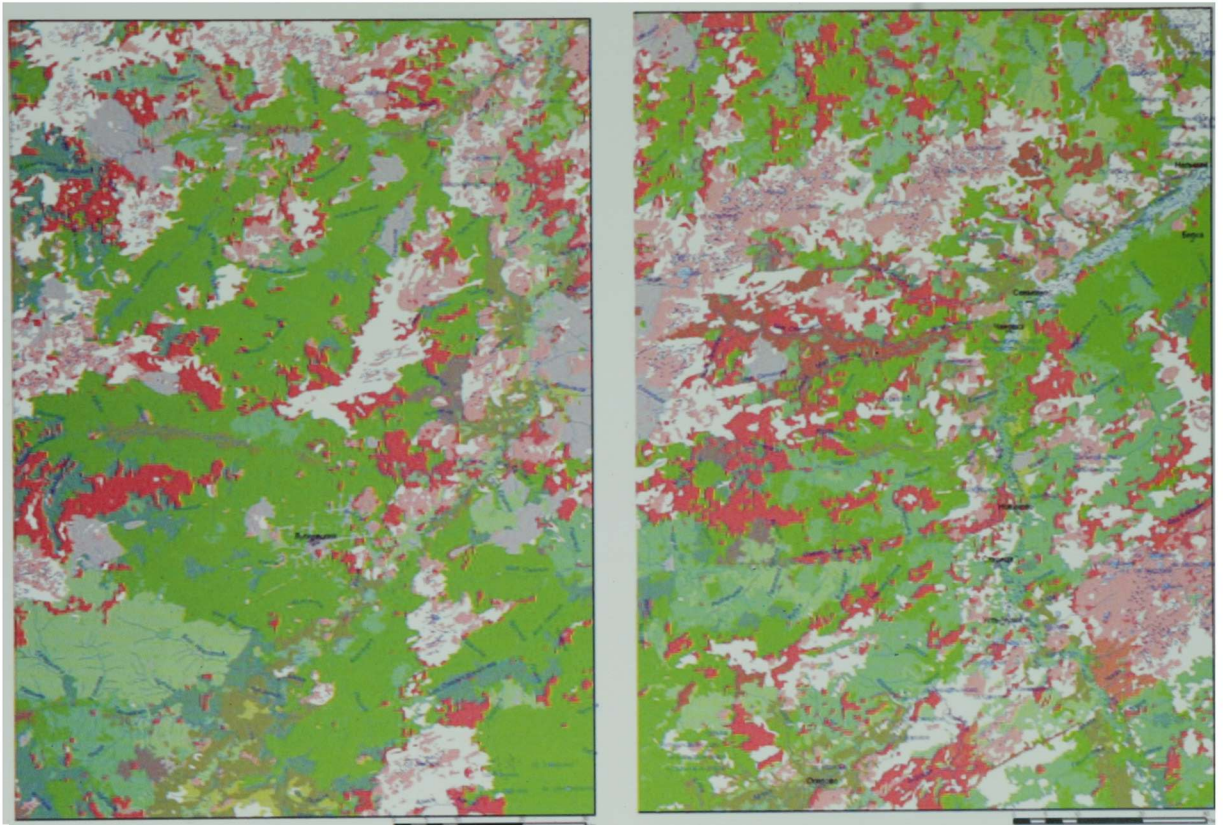


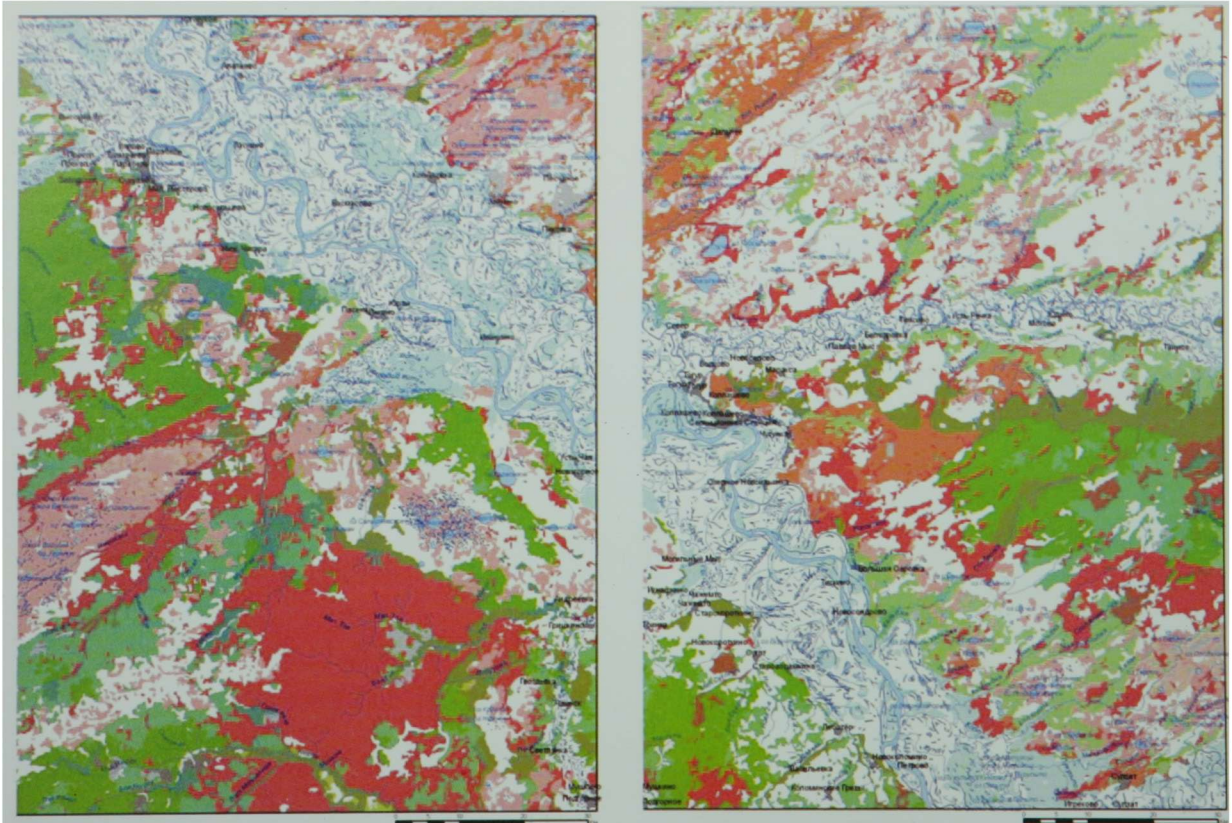


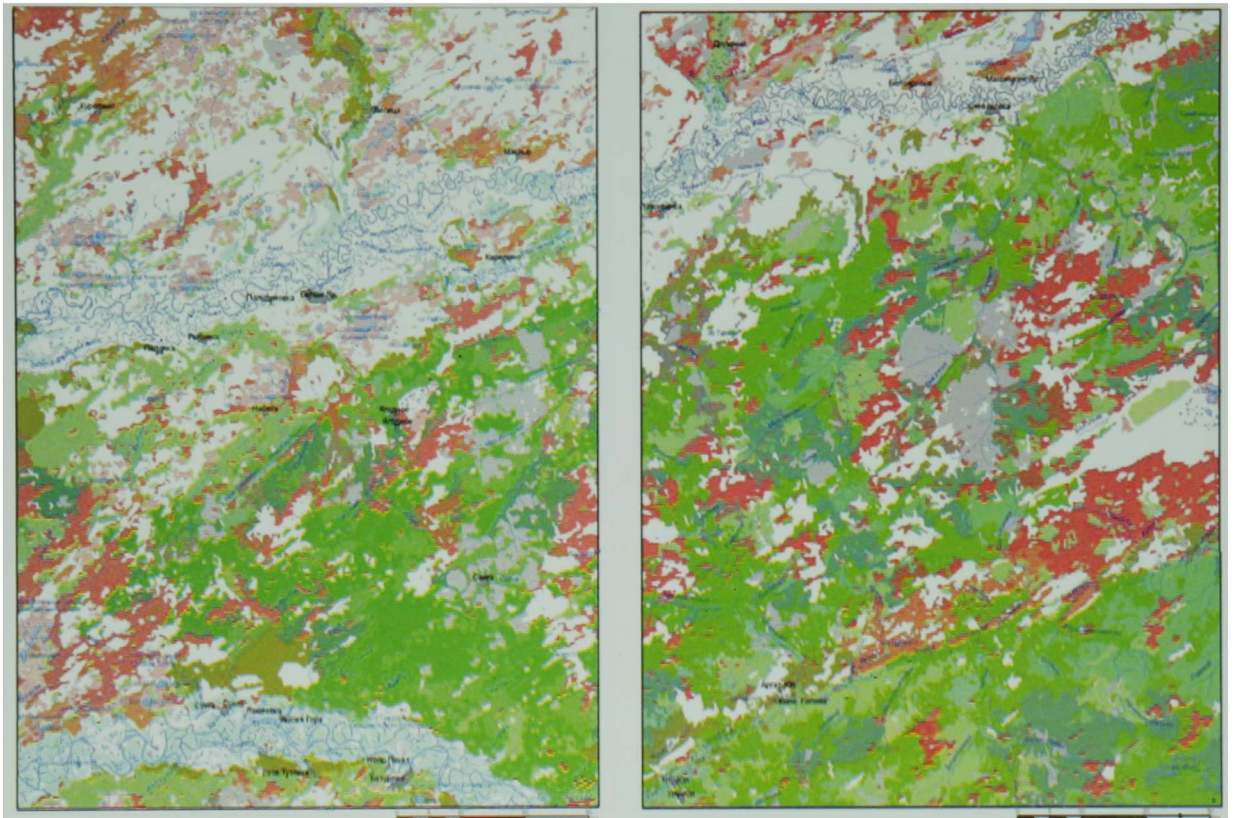


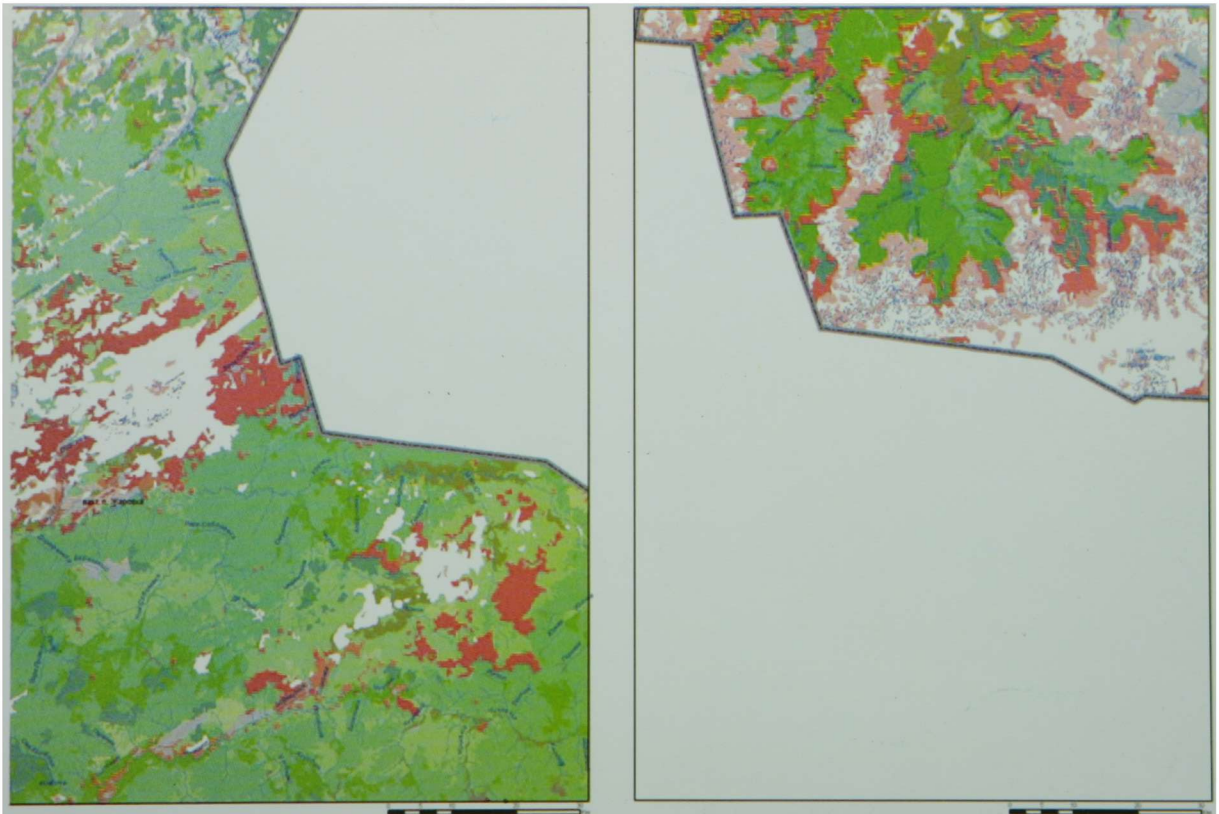


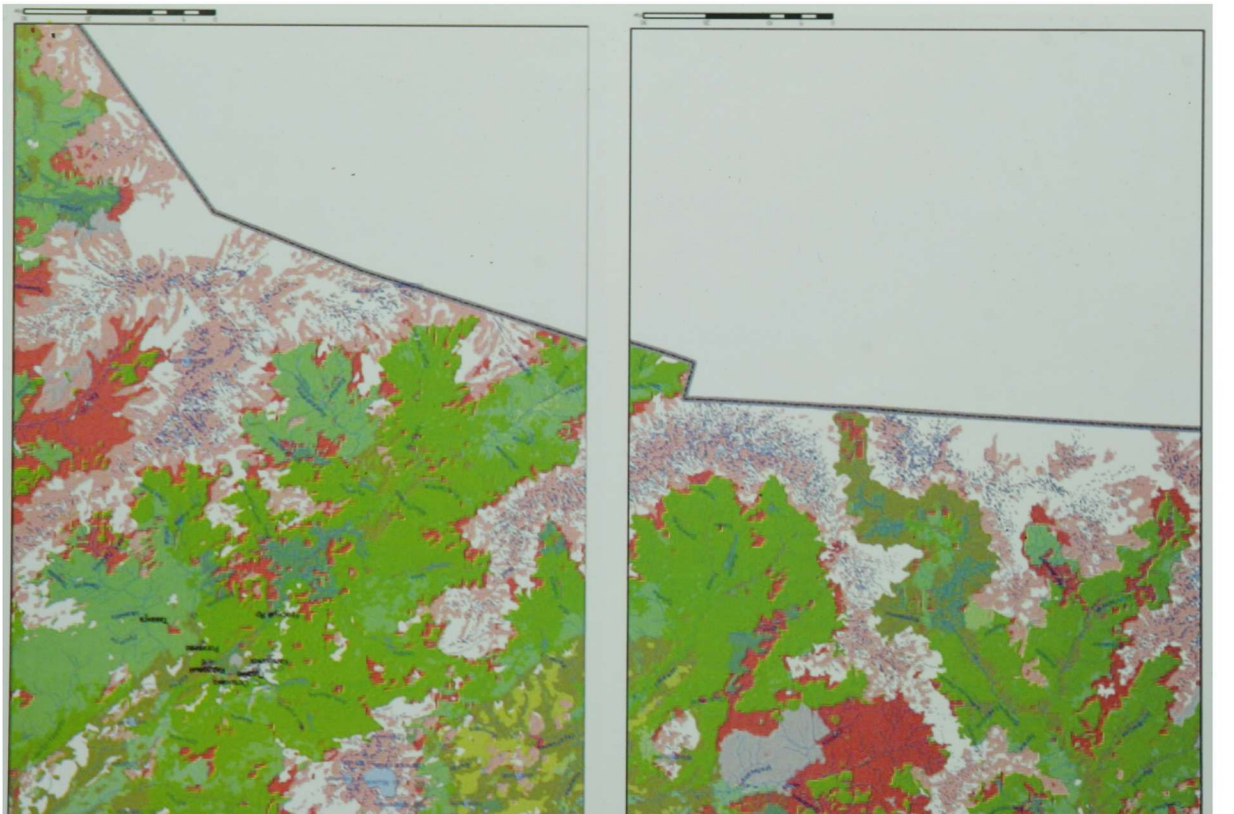


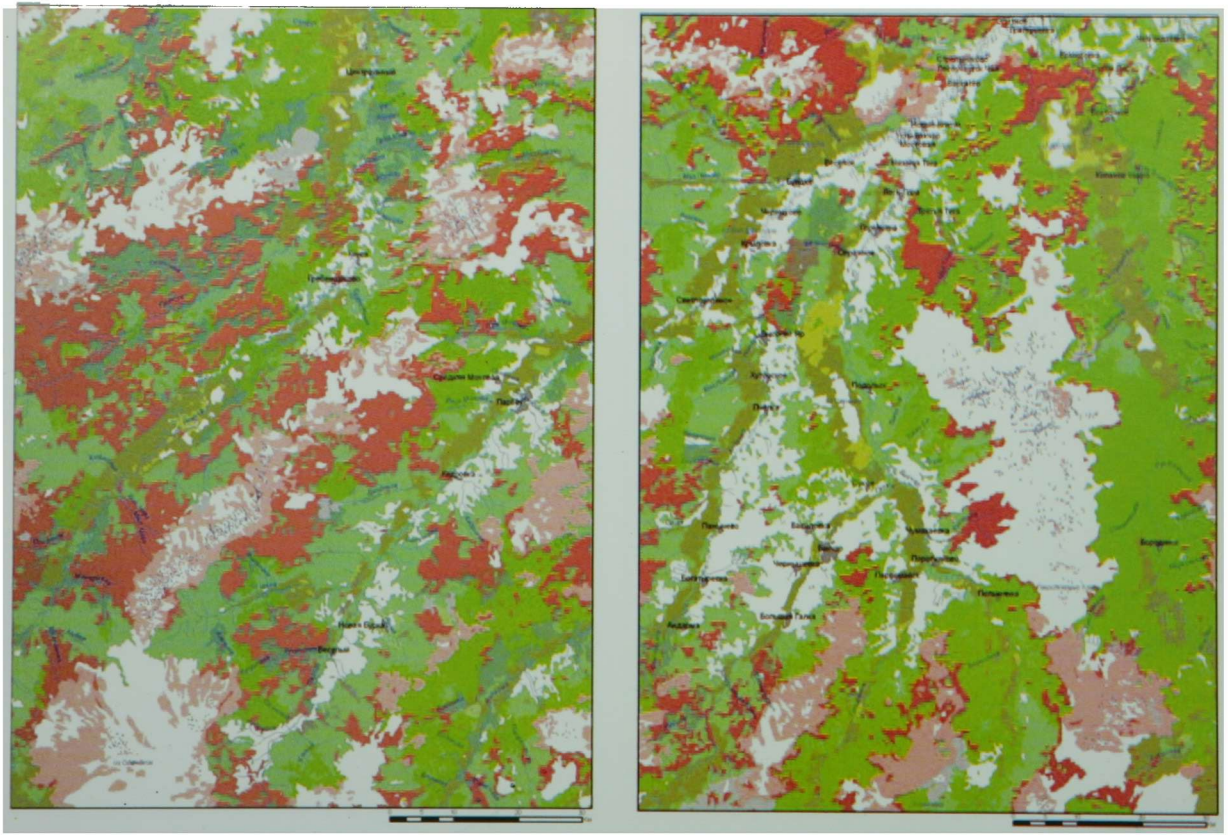


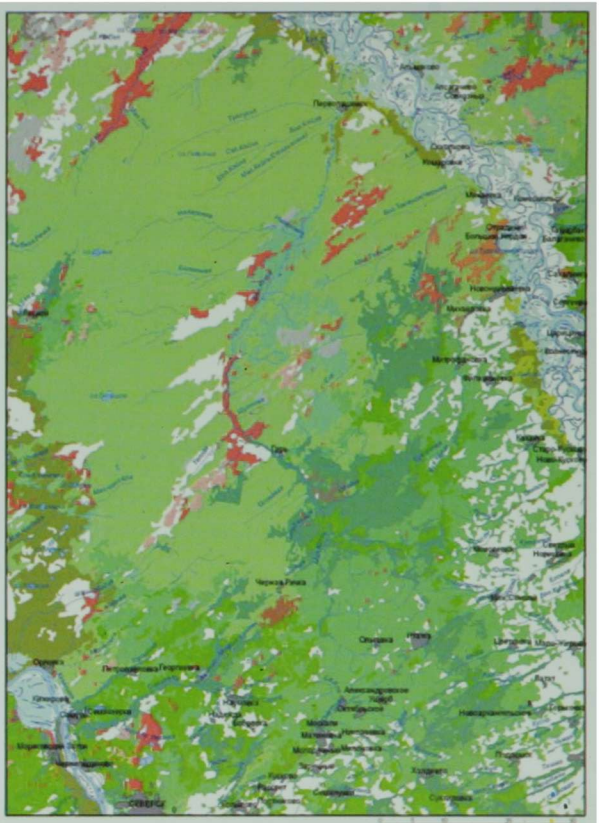


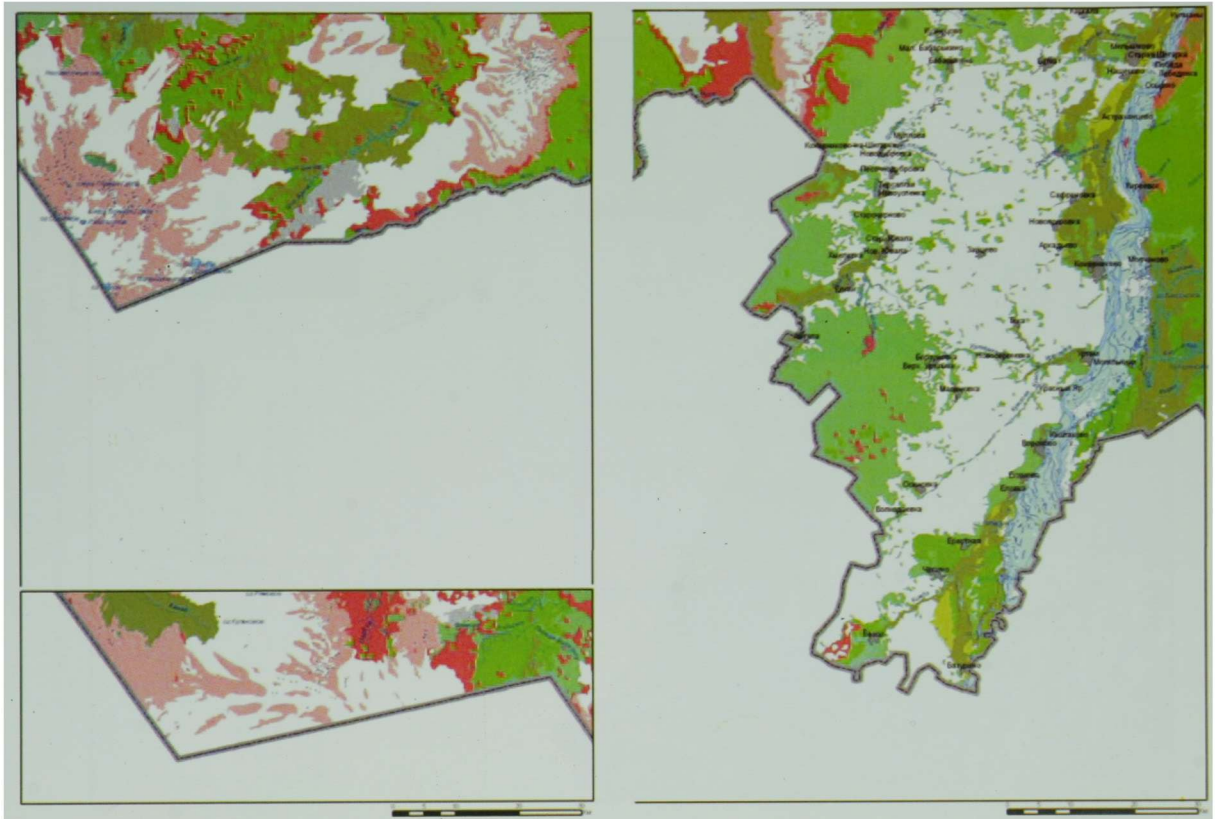


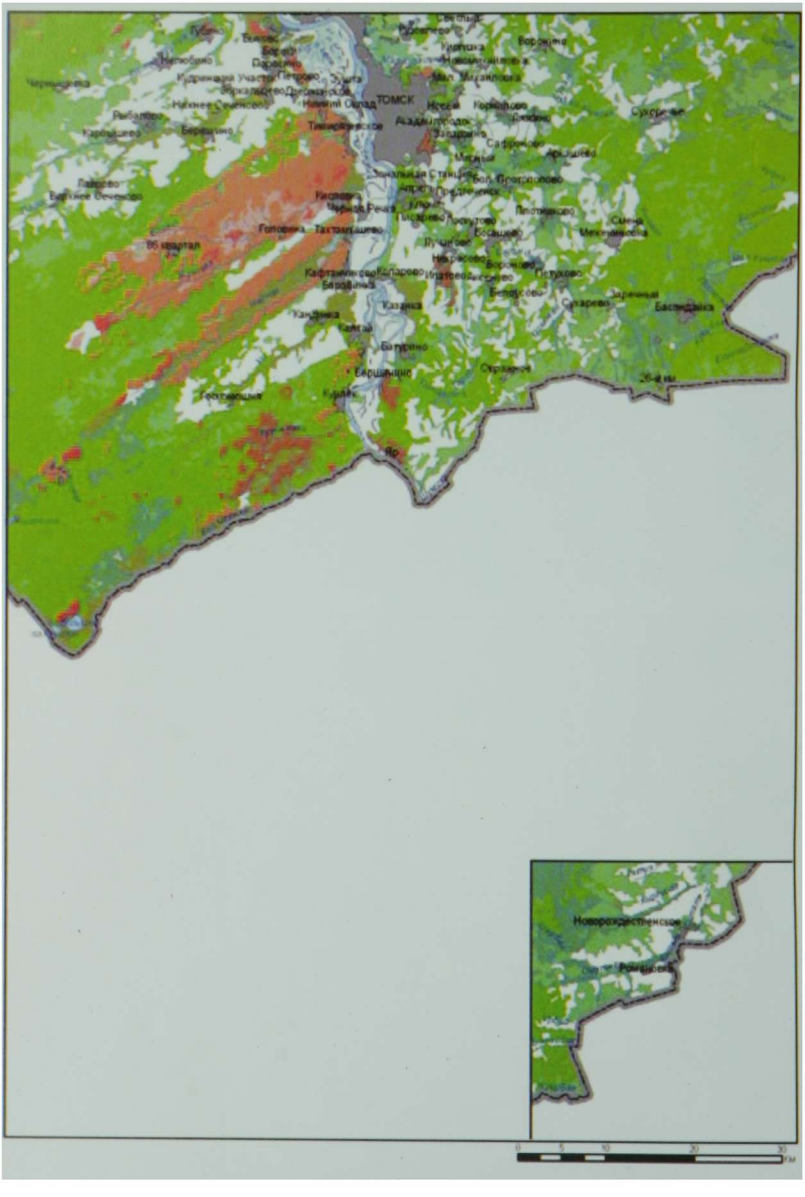






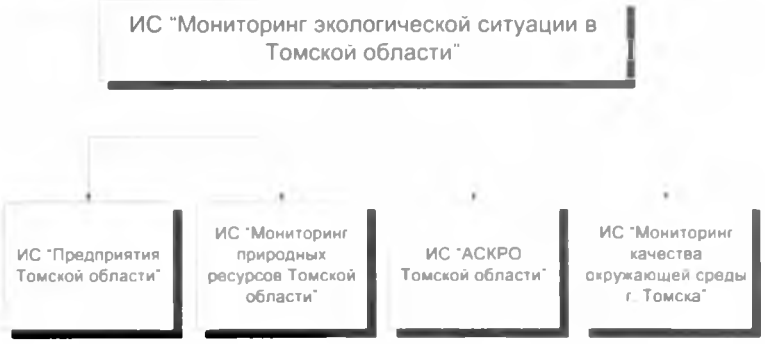





ТОМСК
Новорождественское
0
5
10
20
30
км

## МЕТОДОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА РЕГИОНАЛЬНОГО, МУНИЦИПАЛЬНОГО И ЛОКАЛЬНОГО УРОВНЯ (НА ПРИМЕРЕ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ)

В целях обеспечения поддержки принятия управленческих решений и для лучшего информирования населения об экологической обстановке в Томской области в ОГУ "Облкомприрода" была создана информационная система (ИС) "Мониторинг экологической ситуации в Томской области". Система функционально состоит из 4 подсистем:

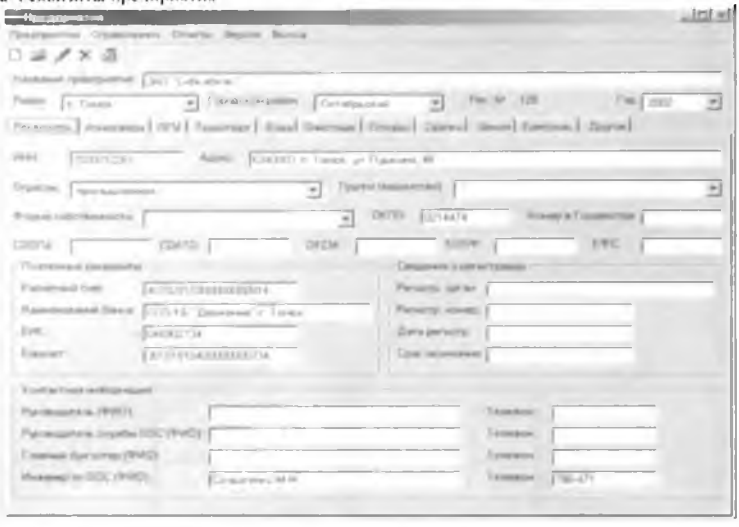



### 1. ИС "Предприятия Томской Области"

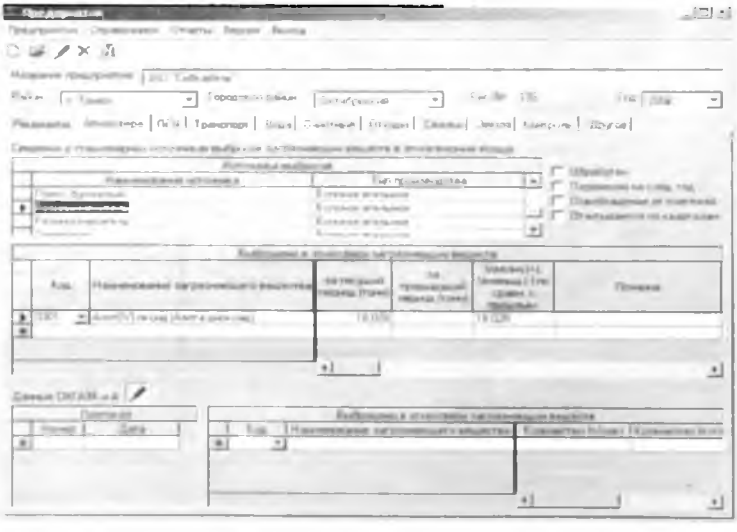
ИС "Предприятия Томской области" – единая информационная система регионального уровня по предприятиям-природопользователям.

Тематически база данных состоит из следующих разделов:

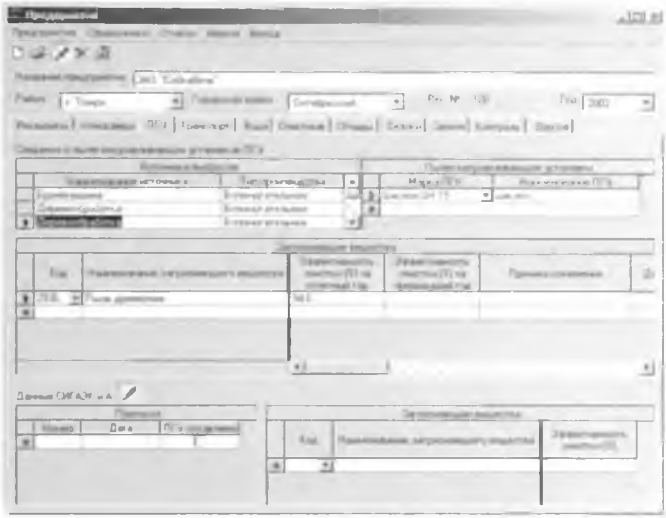
а. Реквизиты предприятия



б. Сведения о стационарных источниках выбросов загрязняющих веществ в атмосферу

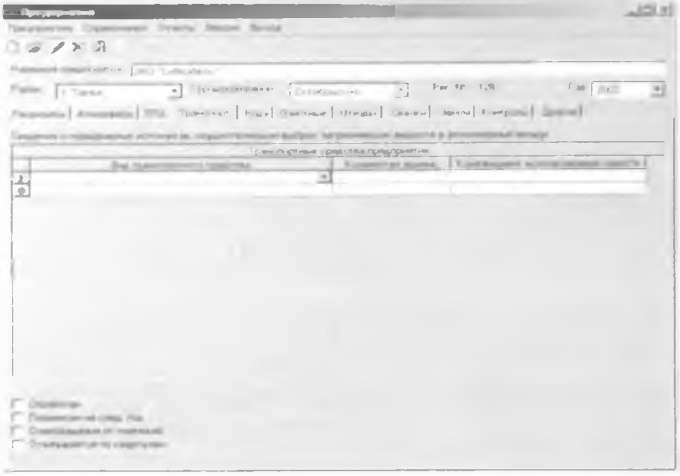


**в. Сведения о пылегазоулавливающих установках**

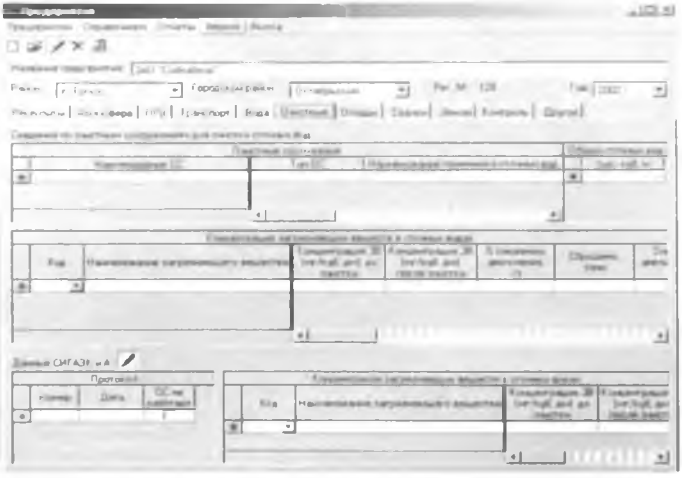


**Суммарное превышение выбросов величины ПДК в атмосферу**

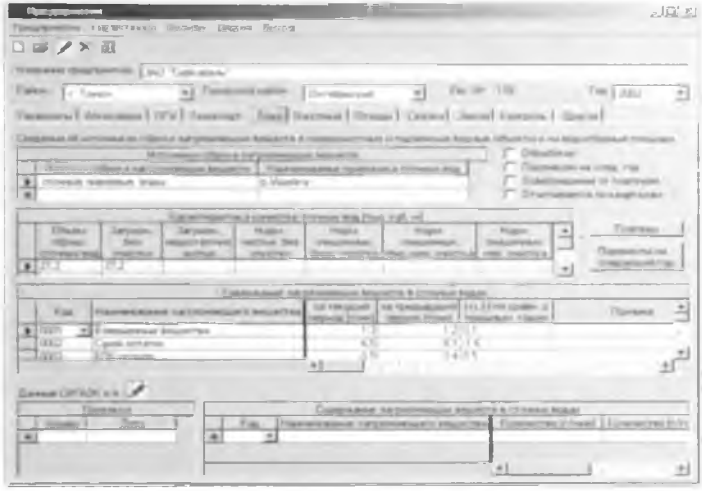
г. Сведения о передвижных источниках, осуществляющих выброс загрязняющих веществ в атмосферу



д. Сведения по очистным сооружениям



е. Сведения об источниках сброса загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты и на водосборные площади

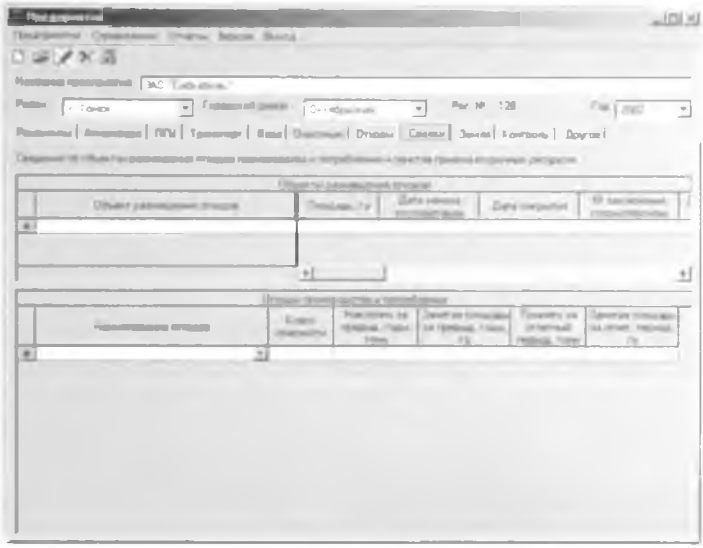


Экономическая оценка ущерба от загрязнения воды

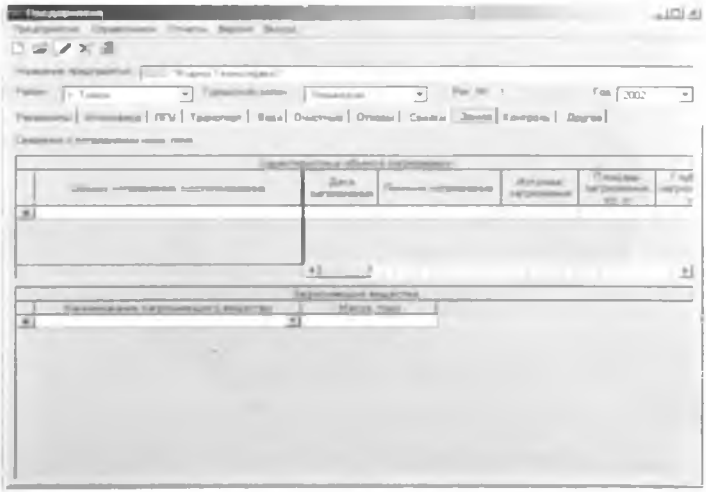
**ж Сведения об образовании и использовании отходов производства и потребления**

**Карта-схема размещения отходов на территории Томской области**

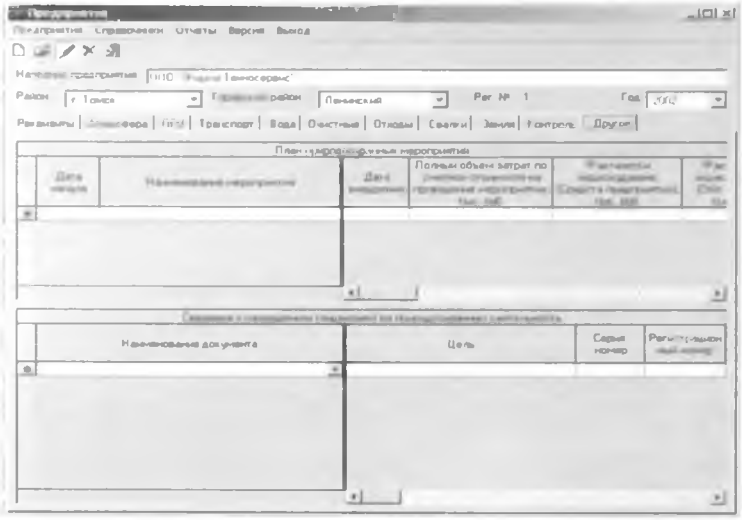
з. Сведения об объектах размещения отходов производства и потребления



и. План природоохранных мероприятий, сведения о разрешениях (лицензиях) на природоохранную деятельность



к. Сведения о загрязнении недр, почв



Экономическая оценка ущерба от загрязнения почвы

Информация, накопленная в БД "Предприятия Томской области", служит основой для аналитических отчетов и расчета платежей за загрязнение окружающей среды. Данные хранятся на корпоративном сервере баз данных ОГУ "Облкомприрода" и Управления охраны окружающей среды Администрации Томской области и доступны пользователям локальной сети. В дальнейшем планируется реализовать удаленный доступ к данным (через VPN соединения) районным представителям Управления ООС. Геоинформационная система по предприятиям Томской области позволяет ранжировать территорию области по степени техногенной нагрузки

### 2. ИС "Мониторинг природных ресурсов Томской области"

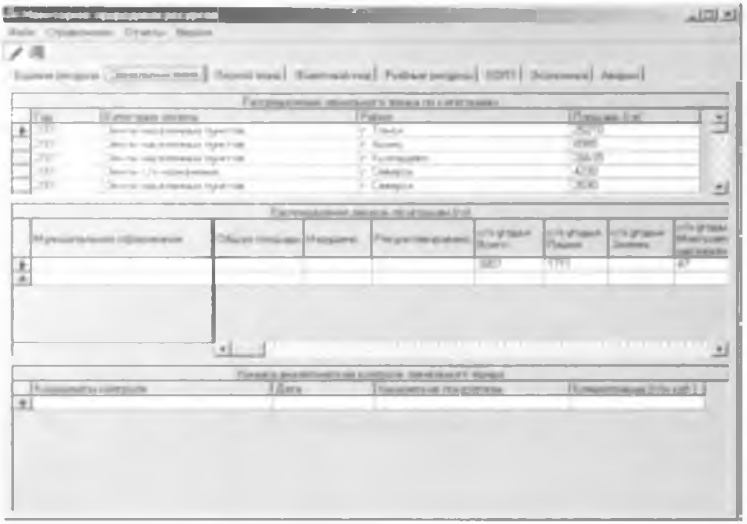
*Информационные потоки*

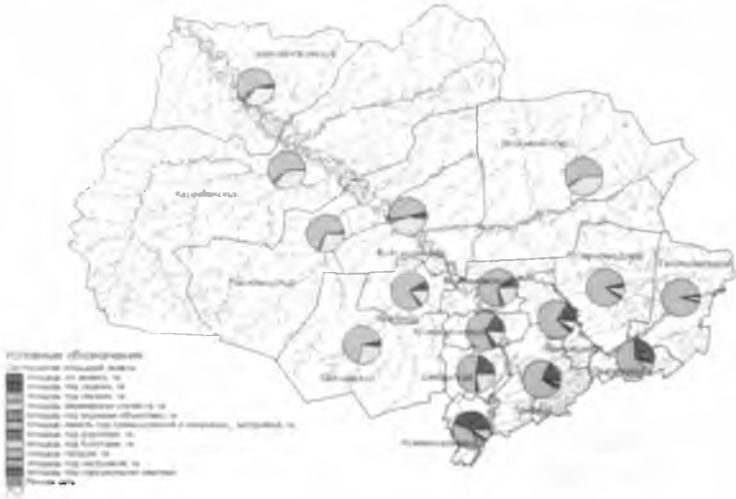
Назначение ИС "Мониторинг природных ресурсов Томской области" – сбор информации от организаций природоохранного назначения, ведущих ведомственный учет природных ресурсов на региональном уровне.

Состоит из 6 разделов:

а. Водные ресурсы

6. Земельный фонд



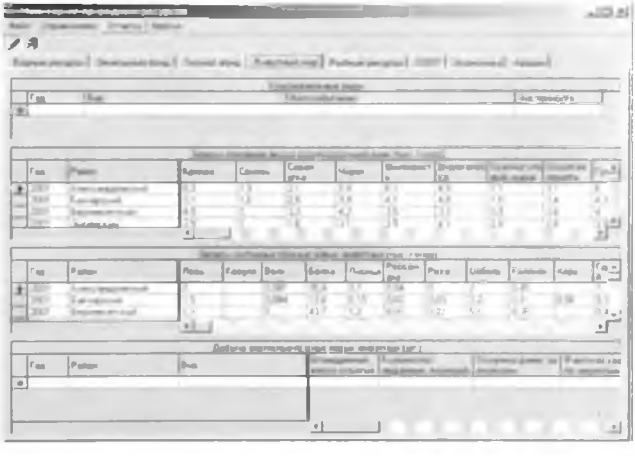


Соотношение площадей категорий земель в районах Томской области

в. Лесной фонд

Растительный покров Томской области

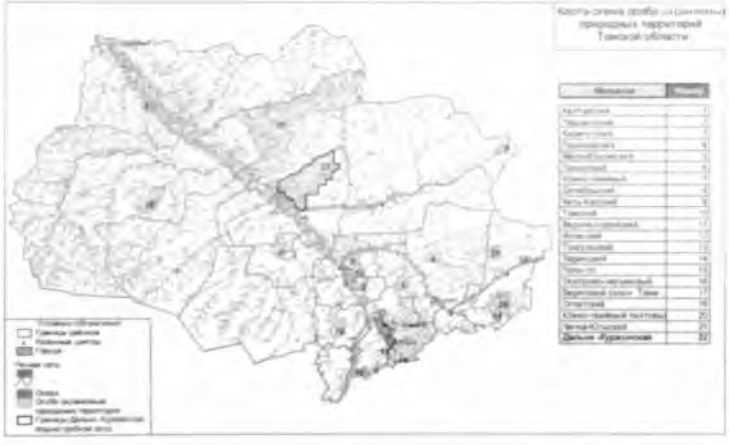
г. Животный мир



Животный мир в районах Томской области

Потери биоразнообразия в районе (с учетом ценности)

**д. Особо охраняемые природные территории**



е. Рыбные ресурсы

Данные, накопленные в ИС, служат основой для аналитических отчетов и используются при подготовке ежегодного обзора «Экологический мониторинг. Состояние окружающей среды Томской области».

Вся информация имеет территориальную привязку, что позволяет строить карты-схемы по природным ресурсам Томской области.

### 3. ИС "АСКРО Томской области"

*Информационные потоки:*

Данные по мощности дозы гамма-излучения поступающие с постов контроля АСКРО (информация обновляется ежедневно)

ИС "АСКРО Томской области"

Предоставление населению ТО информации о радиационной обстановке в 30-и километровой зоне вокруг СХК. Анализ данных

АСКРО – Автоматизированная система контроля радиационной обстановки. В ИС реализован автоматический сбор информации с постов контроля радиационной обстановки в 30-километровой зоне вокруг Сибирского химического комбината (СХК).

АСКРО Томской области – специализированная система мониторинга регионального уровня.

Данные консолидируются на корпоративном сервере баз данных ОГУ "Облкомприрода". Реализован Веб-ГИС интерфейс к этим данным для информирования населения Томской области о радиационной обстановке в 30-километровой зоне. Информация актуализируется 1 раз в сутки. Веб-ГИС интерфейс реализован на базе ArcIMS сервера фирмы ESRI. URL – http://gis.corp.green.tsu.ru:8080/Website/askro.

**4. ИС "Мониторинг качества окружающей среды г. Томска"**

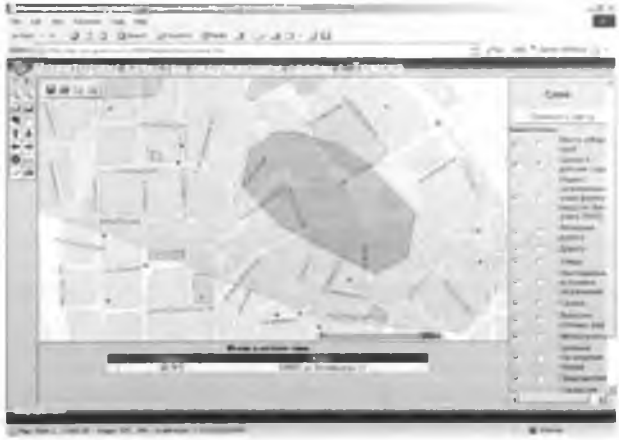
*Информационные потоки*

ИС "Мониторинг качества окружающей среды г. Томска" – программный комплекс для сбора и накопления данных муниципального и точечного (локального) экологического мониторинга, проводимого различными природоохранными организациями в г. Томске.

Система состоит из 2 компонентов:

а. ГИС модуль для сбора данных о качестве окружающей среды г. Томска (вносится информация об отобранных пробах воздуха, воды, почвы, снега)

6. Веб-ГИС интерфейс для информирования населения г. Томска о качестве окружающей среды. URL – http://gis.corp.green.tsu.ru:8080/Website/tomsk.



Помимо информации по пробам воздуха, воды, почвы, имеются дополнительные слои: места расположения несанкционированных свалок, выпуски сточных вод, индекс загрязненности территории, предприятия, школы и детские сады, парки, зеленые насаждения, лесные кварталы и др.

В Томской области в 1995 г была утверждена методика нормативной оценки и расчёта ущерба, наносимого животному миру и недревесным растительным ресурсам при реализации хозяйственных проектов Данная методика предназначена для

- оценки изменения состояния недревесных растительных ресурсов и населения наземных позвоночных животных в природных сообществах, возникающего в результате реализации хозяйственных проектов (иной деятельности) и аварийных ситуаций,

расчета платежей за недревесные растительные и животные ресурсы, изымаемые из окружающей природной среды (уничтожаемые) в результате реализации хозяйственной и иной деятельности, аварийных ситуаций,

расчета штрафных санкций и исков за ущерб при сверхнормативном использовании (уничтожении) недревесных растительных и животных ресурсов и иных нарушениях природоохранного законодательства в отношении этих ресурсов

Для расчетов ущерба устанавливаются коэффициенты воздействия (КВ) и превышения (Т) Биосферный и хозяйственный ущербы учитываются раздельно Для того, чтобы оценить масштабы исчезновения природных объектов в результате деятельности, производится расчет изначального биосферного и хозяйственного запаса В процессе учёта исследователи выделяют набор экосистем, основываясь на натурных обследованиях и литературных данных

Биологические запасы сырья (БЗС) вида определяют как сумму произведений площадей (ПЛ) групп угодий (i) на соответствующую каждой группе угодий долю площади зарослей (ДП) и среднюю для группы биологическую продуктивность вида (ПР) по формуле

$$БЗС = \{ПЛ_i \times ДП_i \times ПР_i\}. \quad (1)$$

Аналогично определяются и хозяйственные запасы сырья (ХЗС)

Биосферный ущерб (БУ) определяется как произведение биологического запаса (БЗТ) на соответствующий коэффициент воздействия (КВ), а в случае бессрочного, долго – среднесрочного изъятия (использования) земель дополнительно на коэффициент временного лага (КВЛ) по формуле

$$БУ = БЗТ \times КВ(или\ КВ \times КВЛ) \quad (2)$$

Хозяйственный ущерб (ХУ) определяется как произведение хозяйственного запаса (ХЗТ) на соответствующий коэффициент воздействия (КВ), а в случае бессрочного, долго-, среднесрочного изъятия (использования) земель дополнительно на коэффициент временного лага (КВЛ) по формуле

$$ХУ = ХЗТ \times КВ(или\ КВ \times КВЛ) \quad (3)$$

Коэффициенты воздействия и временного лага для определения ущербов берутся из прилагаемых к методике таблиц В случае применения нескольких коэффициентов воздействия для получения биосферного и хозяйственного ущерба суммируются результаты по всем используемым коэффициентам

Биологический запас, ущерб животному миру и платежи за ресурсы рассчитываются следующим образом

Расчет ущерба проводится по таксам за исчисленне размера ущерба при несанкционированном уинчтожеиин для 100 % запаса наземных позвоночных на площади воздействия без учета времеиного лага в следующей последовательности

1 Рассчитывается повидовой запас (ВЗ) как сумма числеииости животных (ЧС) данного вида во всех типах местообитаний (i), представленных в зоне воздействия в период стабильной летней числеииости (гнездящиеся, оседлые виды), либо максимальиой численности (зимующие, кочующие, транзитные, пролетные виды). Из этого количества вычитается числеиность оставшихся (ОЧ) в соответствующем местообитании животных или увеличивающих обилие за счет реализации проекта или иной деятельности (кроме синантропов и волка), например комплекс околоводных животных при образовании водохранилищ Результат получают по формуле

$$ВАЗ = (ЧСi - ОЧi) \quad (4)$$

1 Рассчитывается повидовая стоимостная оценка запаса (стоимость существования вида) (СС) как количество животных даииого вида (КЖВ), умиожеииое иа соответствующие видовые или групповые таксы (Ц) из прилагаемой к методике таблице по формуле

$$СС = КЖВ \times Ц. \quad (5)$$

2 Определяется биосферный ущерб (БУ) как сумма стоимости существования видов (СО), умноженная иа коэффициент воздействия (КВ), приведёииый в прилагаемой к методике таблице

$$БУ = СО \times КВ \quad (6)$$

В случае примеиеиия иескольких коэффициентов воздействия для получения ущерба суммируются результаты по всем используемым коэффициентам.

4. Для расчета сумм компенсации за биосферный ущерб сумму ущерба умножают иа соответствующий коэффициент превышеиия, приведёииый в прилагаемой к методике таблице

Хозяйственный ущерб определяется как стоимостная оцеика продукции от охоты и заготовок животных (с учетом требоваиий воспроизводства), которую иельзя будет получить при реализации хозяйственного проекта (иной деятельности) или аварийной ситуации, и рассчитывается в следующем порядке

1. Для охотничье-промысловых животных по «Методике расчета нормативов платы» (1989) используют даиные осенней (предпромысловой) либо весенней (послепромысловой) численности животных (желательно за 3–5 лет), прииимаемой как биологическая продуктивность вида. Пересчет (коррекция) даиных весеиией численности в осеиию осуществляется по нормативам прироста поголовья в угодьях разиого класса боиитета

Определяется для каждого угодья (i) повидовой охотничий запас ($ОЗ_i$) с учетом нормативов добычи как произведение биологической продуктивиости ($БП_i$, осеиияя численность) или послепромысловой численности (ППЧ,), увеличенной иа норматив прироста (НП), иа площадь угодья (ПЛ,), иа норматив хозяйственно-возможиой добычи (НД) по формуле

$$ОЗ_i = БП_i (или\ ППЧ_i \times НП) \times НД \times Пл_i \quad (7)$$

Суммированием ОЗ, каждого угодья определяют повидовой охотничий запас (ВОЗ) для всей территории воздействия

2 Определяют повидовой хозяйственный запас (ВХЗ) для условно-охотничьих и заготавливаемых видов как произведение средневзвешенного по всем местообитаниям обилия вида (ПН - плотность особей на 1 кв км) на площадь воздействия (ПЛ) на коэффициент использования (ДИ – доля возможного изъятия, равная 0,25) по формуле

$$ВХЗ = ПН \times ПЛ \times ДИ \quad (8)$$

Определяется суммарная стоимостная оценка хозяйственного запаса (стоимость использования – СИ) для охотничьих, условно-охотничьих и заготавливаемых видов как сумма произведений количества животных данного вида и соответствующей видовой цены (Ц), взятой из прилагаемой таблицы с соответствующим инфляционным коэффициентом (К-)по формуле

$$СИ = (ВОЗ_i \times Ц_i \times К + ВХЗ_i \times Ц_i \times К) \quad (9)$$

Определяется общий территориальный хозяйственный ущерб (ТХУ) для всей площади воздействия как произведение суммарной стоимостной оценки хозяйственного запаса (СИ) на коэффициент воздействия (КВ) и на коэффициент временного лага (ВЛ), подобранный из прилагаемой таблицы

$$ТХУ = СИ \times КВ \times ВЛ \quad (10)$$

Все расчетные данные по всем видам охотничьих, условно-охотничьих и заготавливаемых животных и типам угодий заносятся в ведомость хозяйственного ущерба территории

В случае применения нескольких коэффициентов по категориям воздействия для получения ущерба суммируются результаты по всем категориям воздействия

Определяется сумма платежей за ресурс как произведение территориального хозяйственного ущерба (ТХУ) на соответствующие коэффициенты превышения[1]

Кроме того, необходимо вычислить стоимость восстановления уничтоженных и деградировавших элементов окружающей среды до состояния, близкого к естественному (ресурсы лесных, водных, болотных и других экосистем) Издержки на проведение восстановительных мероприятий будут состоять преимущественно из нескольких компонентов

Н – стоимость научных исследований биологических потерь в окружающей среде;

Э – стоимость экономических расчётов создания заповедника, искусственных условий разведения (при невозможности восстановления популяций на исходных территориях), а также расчётов издержек ликвидации загрязнения,

З – стоимость создания заповедника (заказника) или искусственных инкубаторов для разведения животных, растений, птиц и т.д. (с последующим переселением на пострадавшие территории),

---

[1] Методика нормативной оценки и расчёта ущерба, наносимого животному миру и недревесным растительным ресурсам при реализации хозяйственных проектов [Электронный ресурс] // Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области официальный сайт. - Электрон дан - Томск, 2002–2008 - URL http // www green tsu ru/htmls/doc/ zakon/post6 htm

Сп - стоимость поддержания созданных условий воспроизводства, которая, в свою очередь, состоит

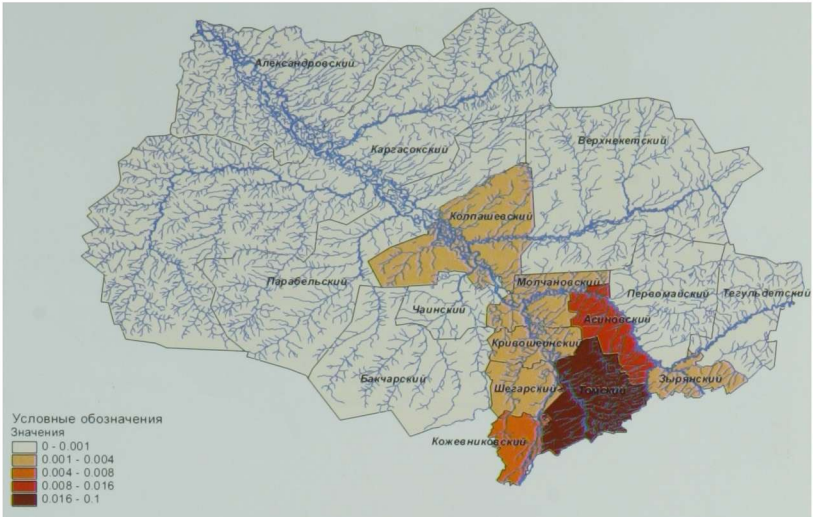
Нд - из стоимости дальнейших научных исследований эффективности проводимых мероприятий и возмещения биологического ущерба,

Лз – из стоимости ликвидации загрязнения на пострадавшей территории

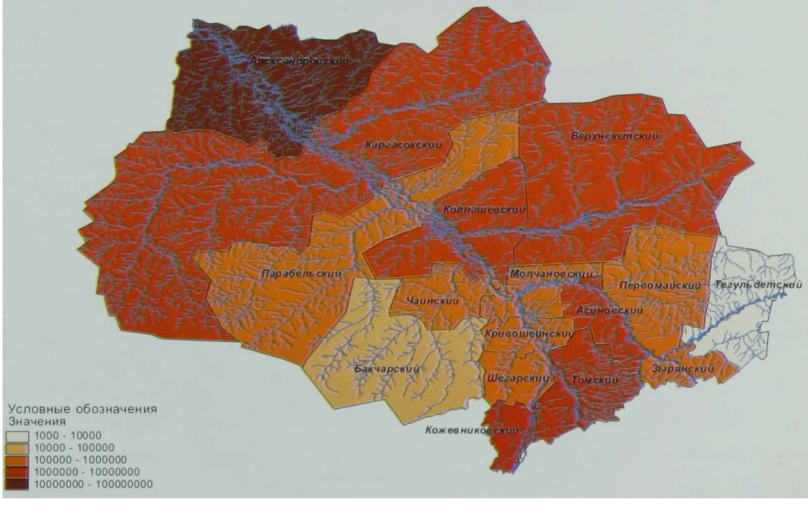
Исходя из этого, издержки на восстановление пострадавших природных факторов Ивп можно вычислить по формуле

$$Ивп = Н + Э + З + Сп + Нд + Лз \quad (11)$$

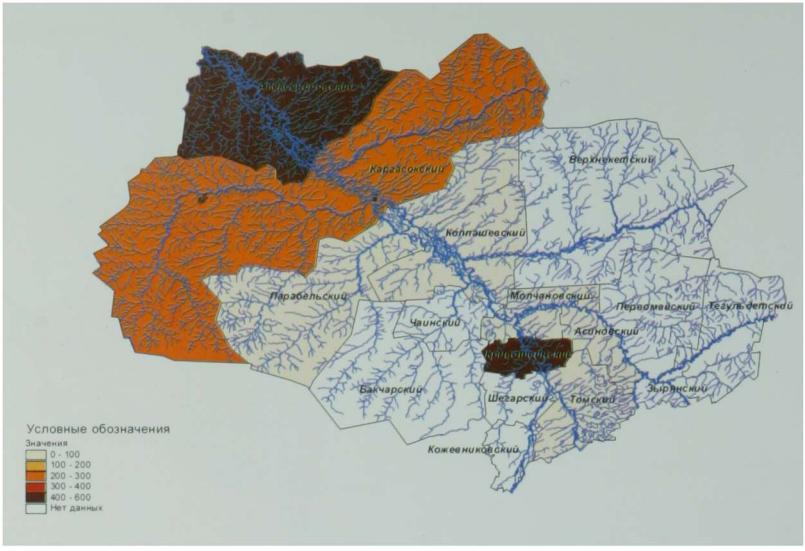
Данные показатели можно использовать в нескольких целях. Во-первых, проследив динамику изменения показателей состояния растительного и животного мира, можно определить, возможна ли дальнейшая интенсификация использования определённых участков в хозяйственных целях. Во-вторых, получив суммарный показатель экономического ущерба и размера платежей за ущерб окружающей среде, сложив их с внутренними издержками предприятия и сопоставив с предполагаемой выручкой от продажи продукции, органы власти и инвесторы могут изначально определить перспективность разработки данного участка с экономической точки зрения



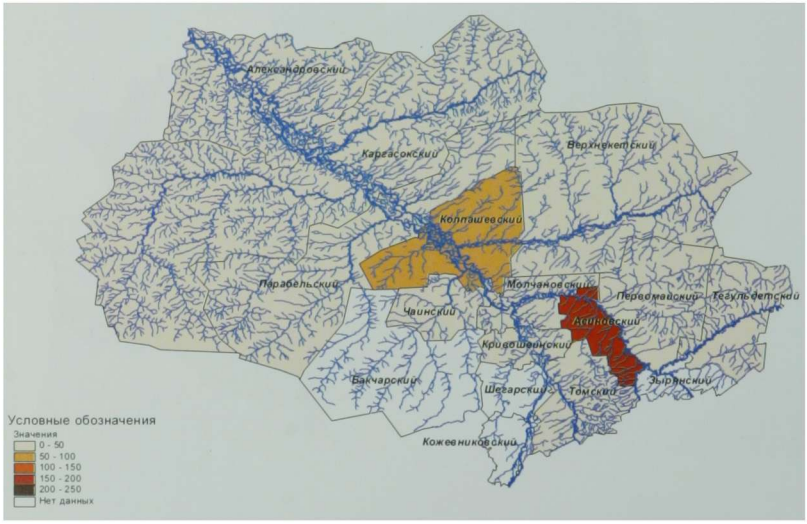

Карта-схема зонирования Томской области по эргодемографическому индексу



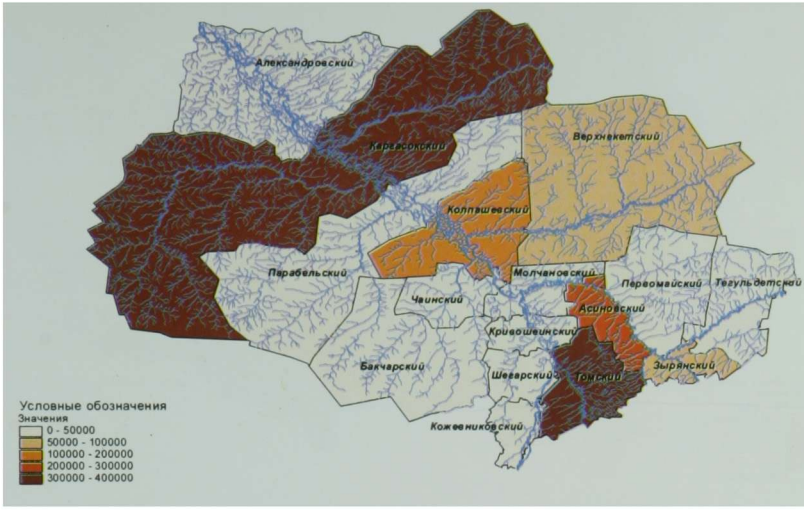

Карта-схема зонирования Томской области по экономической оценке суммарного ущерба по загрязнению воздуха, воды и почвы



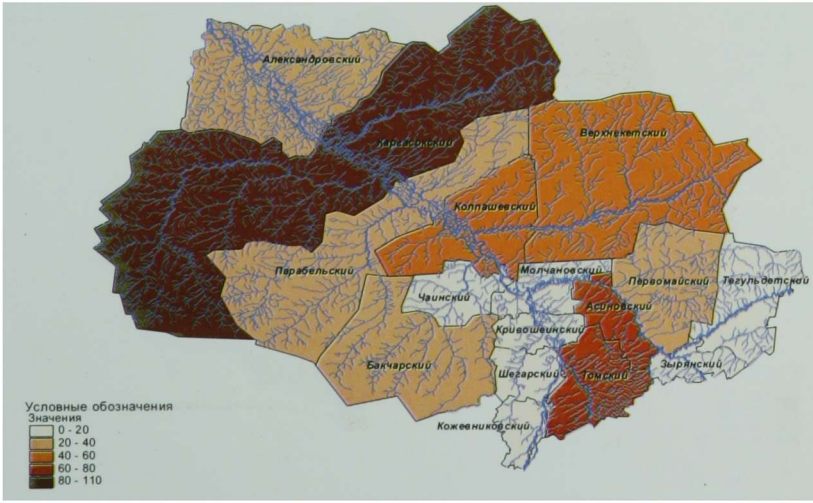

Карта-схема зонирования Томской области по удельному загрязнению атмосферы нефтегазовой отраслью (на 1 кв. км площади района)



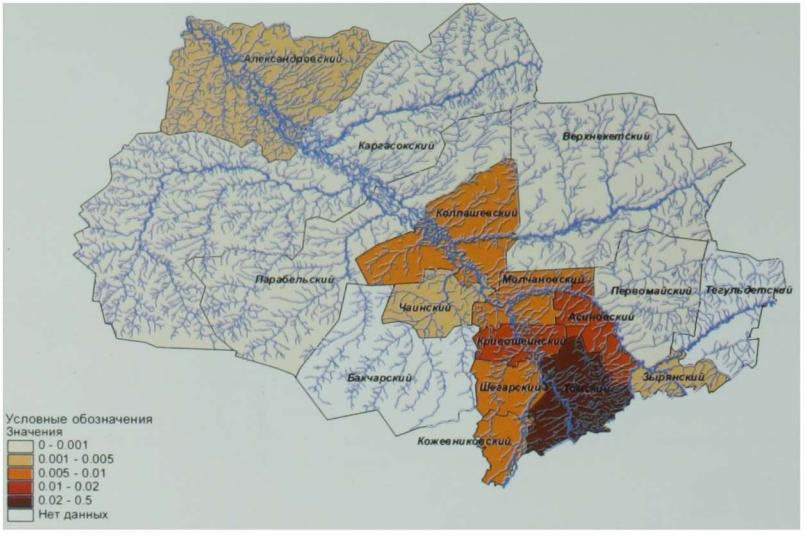

Карта-схема зонирования Томской области по удельному загрязнению атмосферы лесной промышленностью (на 1 кв. км площади района)



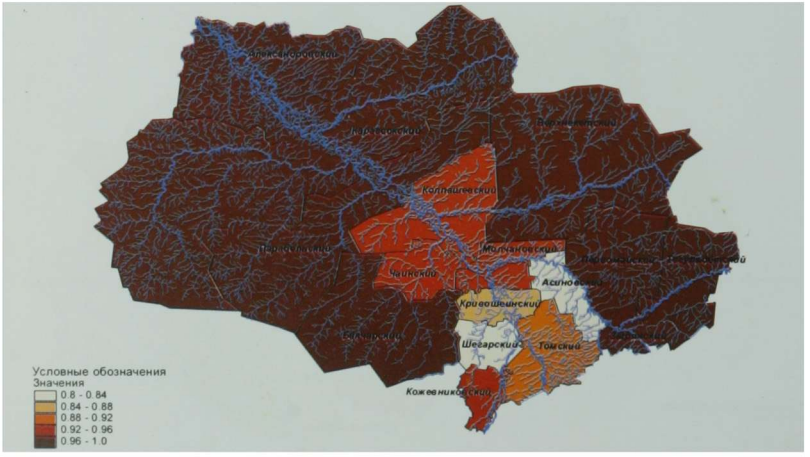

Карта-схема зонирования Томской области по экономической оценке ущерба от загрязнения воздуха



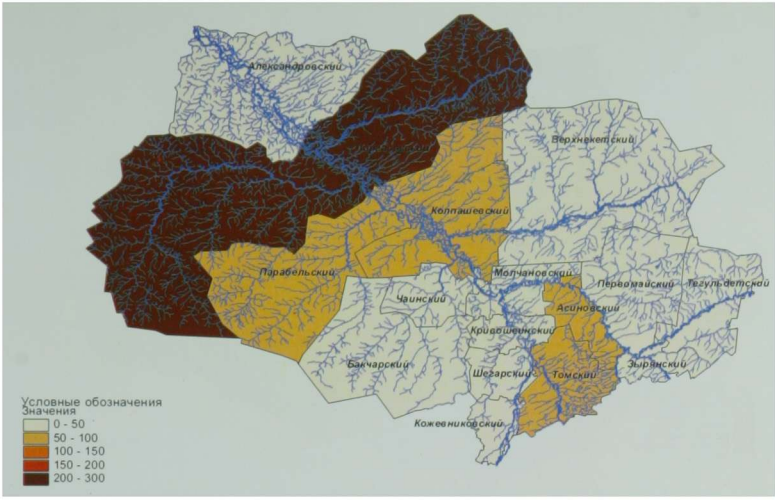

Карта-схема зонирования Томской области по суммарному превышению выбросов величины ПДК в атмосферу



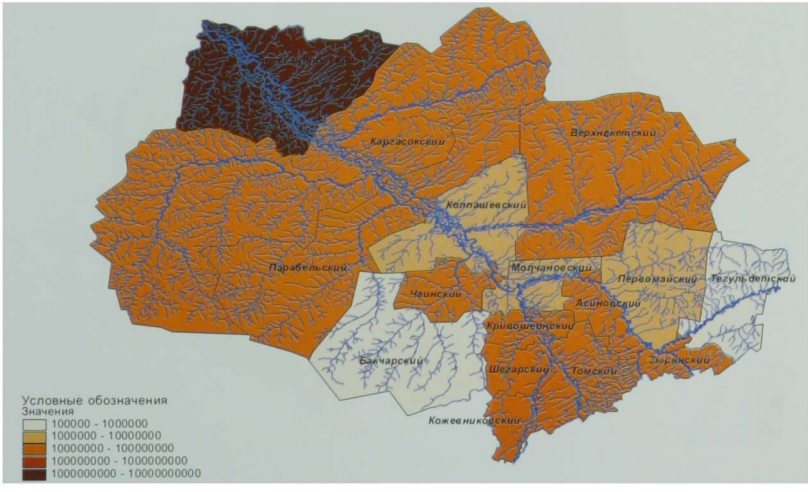

Карта-схема зонирования Томской области по энергетической нагрузке по сравнению с ПДНТ



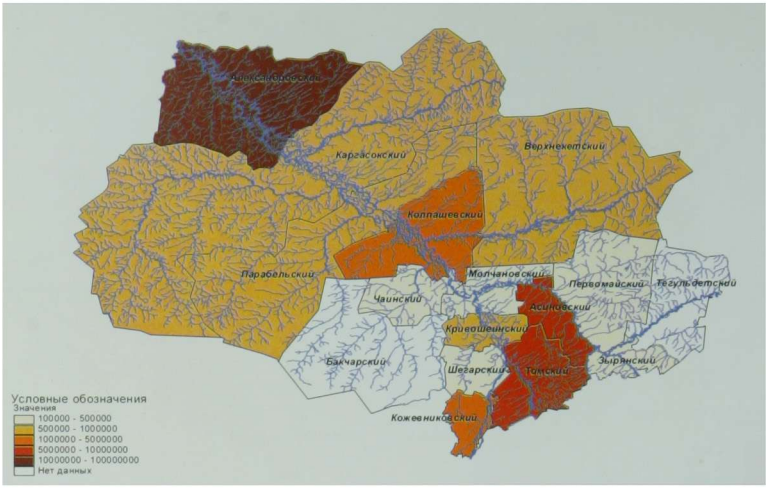

Карта-схема зонирования Томской области по коэффициенту естественной защищенности



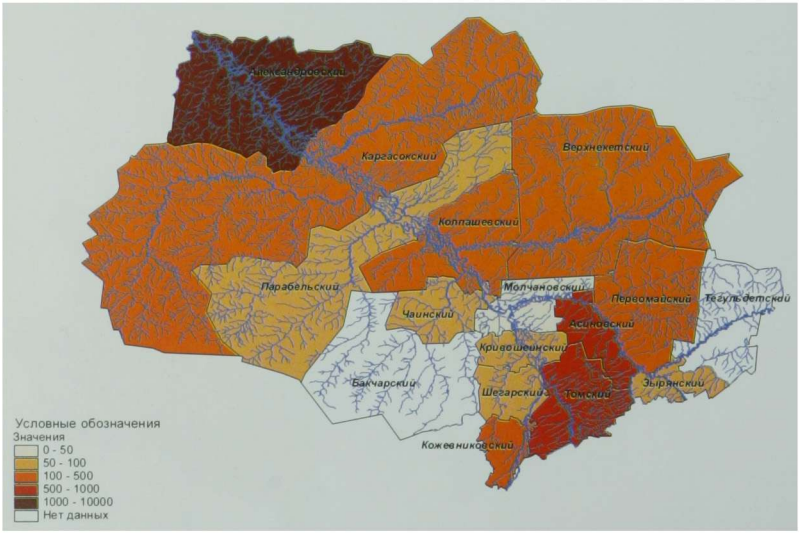

Карта-схема зонирования Томской области по экономической оценке ущерба от загрязнения почвы



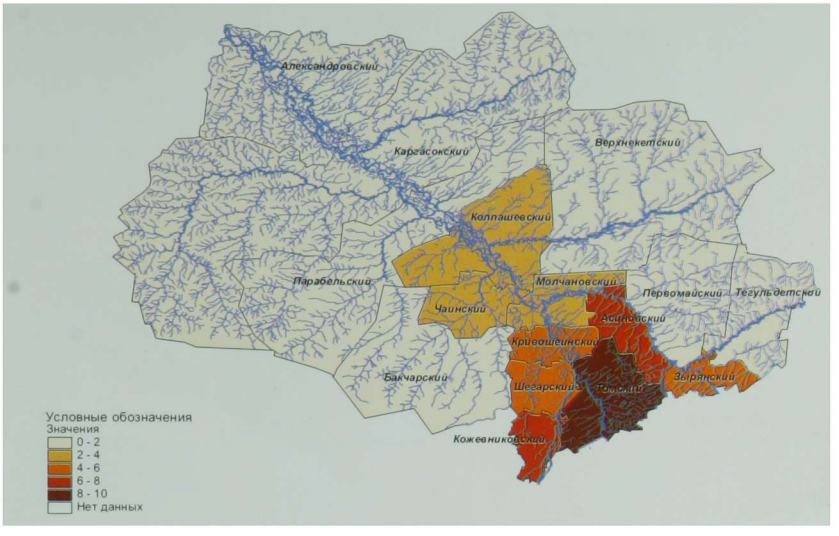

Карта-схема зонирования Томской области по удельному загрязнению (на 1 кв. км площади района)



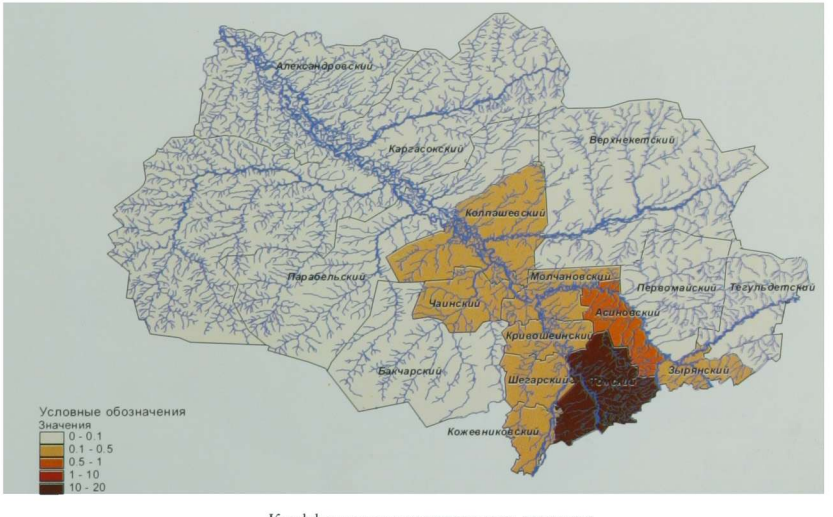

Карта-схема зонирования Томской области по экономической оценке ущерба от загрязнения воды



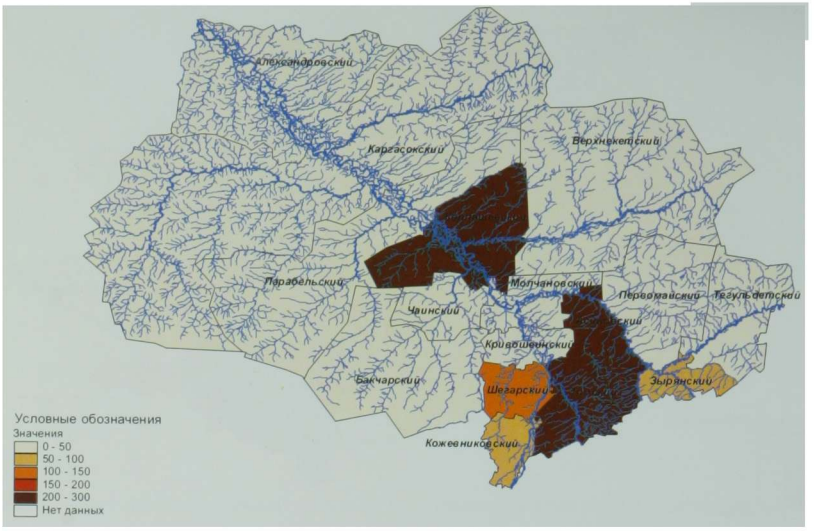

Карта-схема зонирования Томской области по суммарному превышению сброса загрязняющих веществ величины ПДК



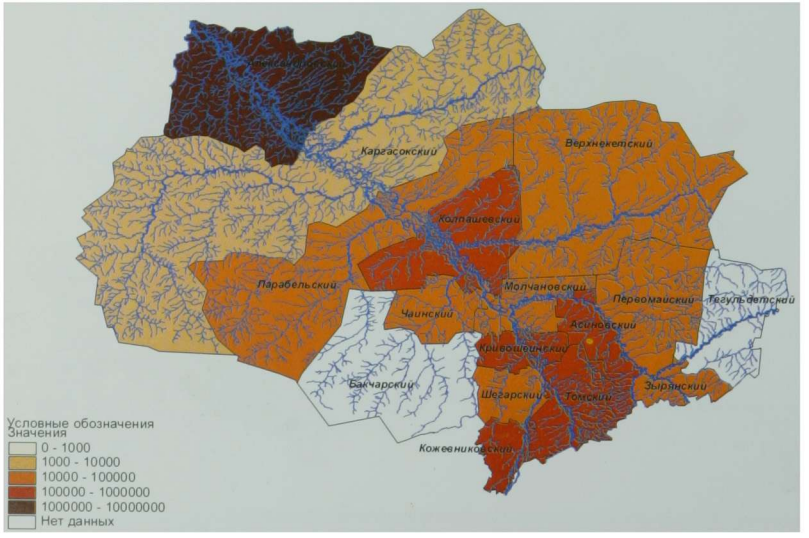

Плотность населения



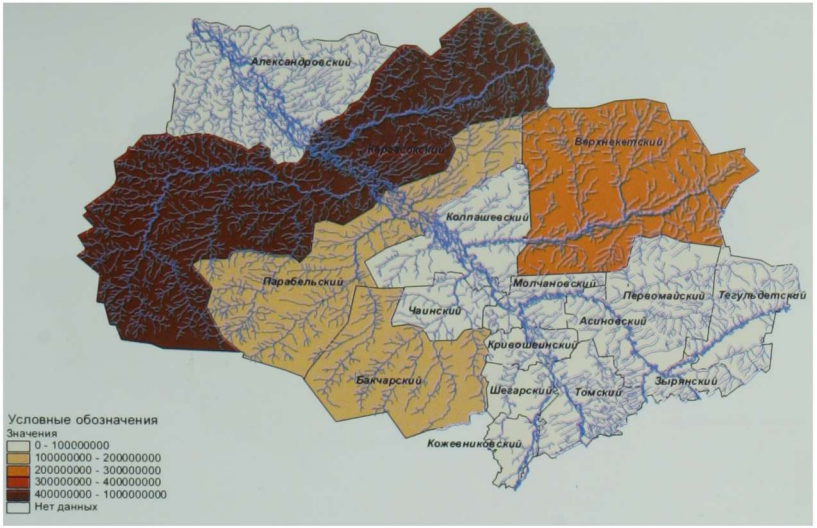

Коэффициент антропогенного давления



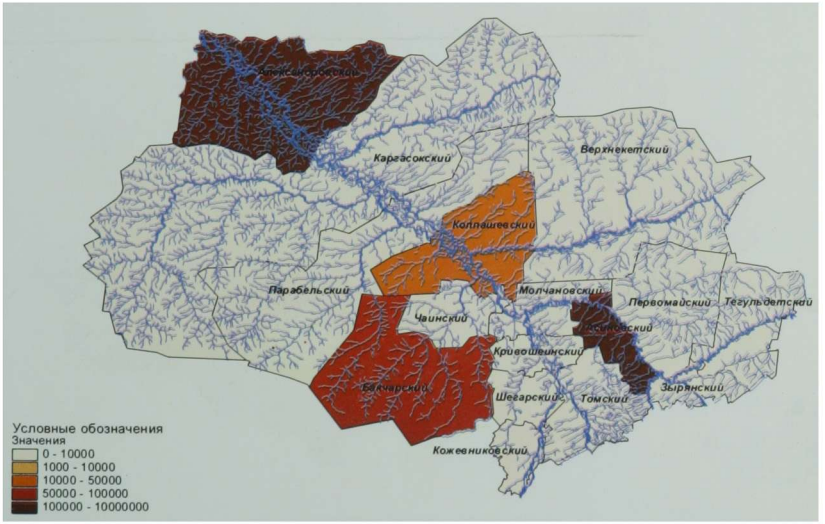

Удельное загрязнение атмосферы прочими отраслями (на 1 кв. км площади)




Удельное загрязнение водной среды (на 1 кв. км площади)

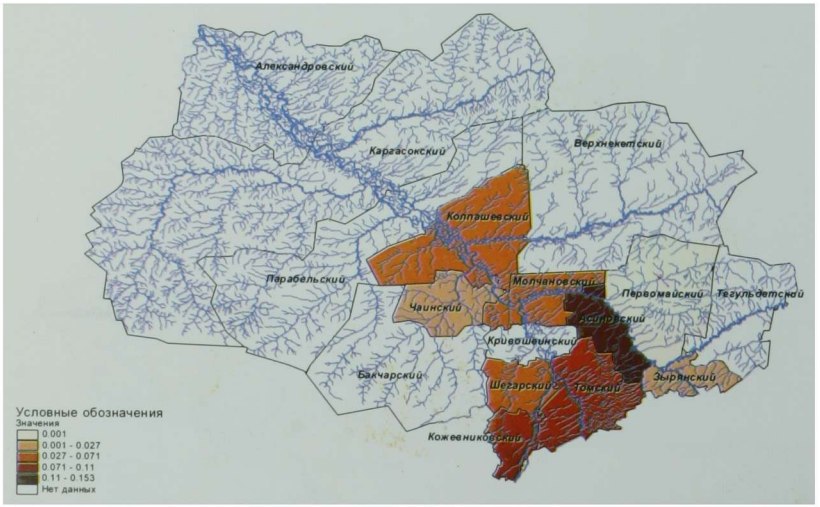



Потери биоразнообразия в районе (с учетом ценности)

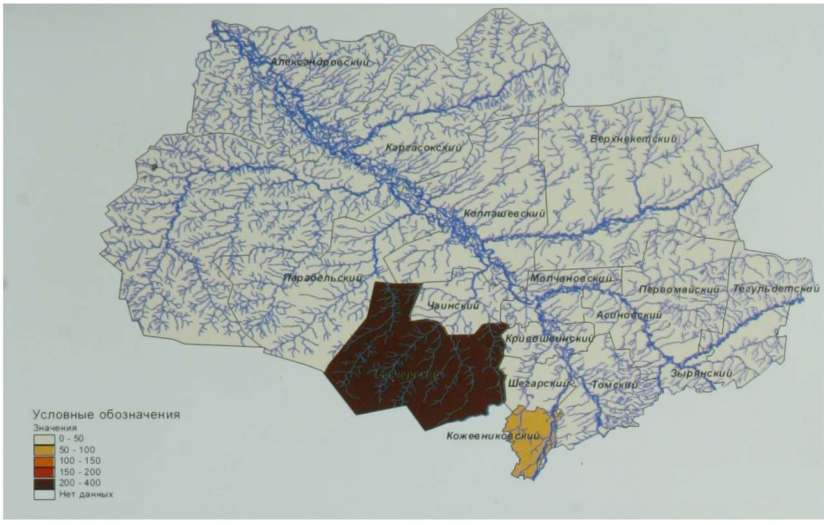



Удельная площадь животного мира в районе (с учетом ценности)

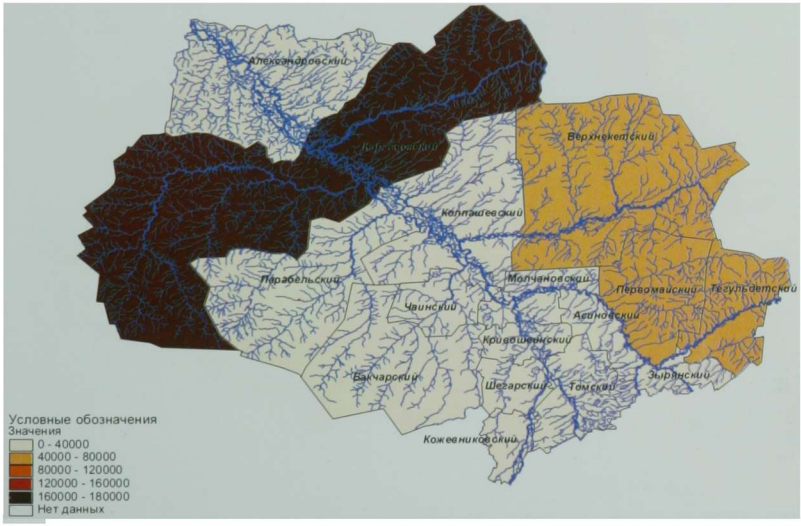
Удельная площадь лесной территории к площади района




Индекс демографической напряженности

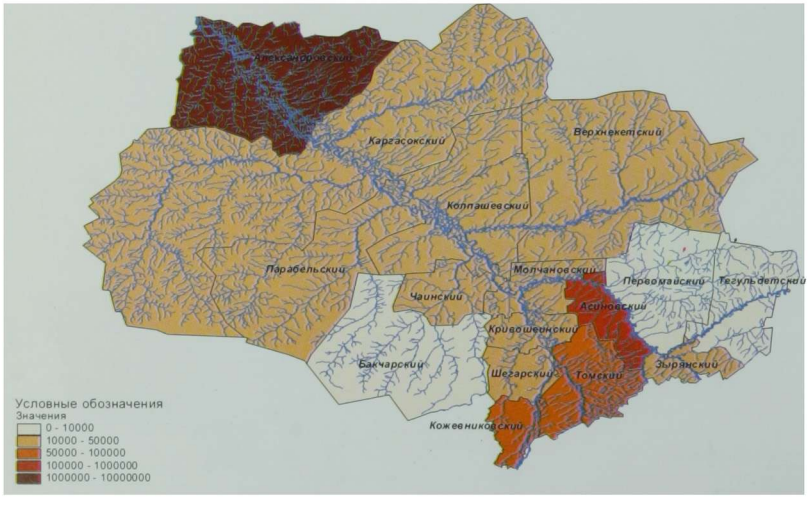



Карта-схема зонирования Томской области по удельному загрязнению атмосферы сельским хозяйством (на 1 кв. км площади района)




Удельное загрязнение атмосферы ЖКХ (на 1 кв. км площади населенных пунктов)

Экономическая оценка суммарного ущерба по загрязнению воздуха, воды и почвы, в расчете на душу населения на 1 кв. км территории района




Экономическая оценка суммарного ущерба по загрязнению воздуха, воды и почвы, в расчете на душу населения

## ОГЛАВЛЕНИЕ


Введение 3

**ГЛАВА 1. ОЦЕНКА ПРИРОДНО-РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ** 5

1.1. Природно-климатические условия Томской области 5

1.2. Водные ресурсы Томской области 10

1.3 Древесные ресурсы Томской области 14

1.4 Минерально-сырьевые и топливно-энергетические ресурсы Томской области 20

1.5. Особо охраняемые природные территории и рекреационные ресурсы Томской области 26

1.6 Природный капитал Томской области 28

**ГЛАВА 2 ОСОБЕННОСТИ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ** 32

2.1. Оценка и перспективы развития лесного комплекса Томской области 32

2.2. Особенности применения материалов космической съемки для оценки лесных ресурсов Томской области 38

**ГЛАВА 3. ОСОБЕННОСТИ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В БОРЕАЛЬНЫХ ЗОНАХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ** 45

3.1 Роль Западной Сибири в регулировании глобального климата 45

3.2 Особенности формирования кадастра торфяных болот на примере районов нефтедобычи Томской области 49

3.3 Метод фитоиндикации при составлении ландшафтно-экологических карт торфяных болот таежной зоны Западно-Сибирской равнины 60

**ГЛАВА 4. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ В УСЛОВИЯХ ПЕРЕХОДА К УСТОЙЧИВОМУ РАЗВИТИЮ** 76

4.1 Система обеспечения экологической безопасности в целях устойчивого природопользования на примере Томской области 76

4.2. Эколого-экономическое ранжирование и зонирование территорий 89

**Заключение** 108

**Литература** 112

**ПРИЛОЖЕНИЯ** 124

**Приложение 1** 125

**Приложения 2** 125

**Приложение 3** 142

Приложение 4 146

Научное издание

АДАМ Александр Мартынович
АКЕРМАН Елена Николаевна
БАЗАНОВ Владимир Александрович
БЕРЕЗИН Александр Евгеньевич
ВОРОБЬЕВ Сергей Николаевич
СКУГАРЕВ Андрей Анатольевич
ДМИТРИЕВ Александр Владимирович
КИРПОТИН Сергей Николаевич
ЛАПТЕВ Николай Иннокентьевич
МАЧАЛОВ Михаил Витальевич

# ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ (НА ПРИМЕРЕ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ)

Редактор *В С Симарокова*
Компьютерная верстка *Г П Орловой*

Подписано в печать 05 03 2011 г
Формат 60x84 1/16 Бумага офсетная №1 Печать офсетная Гарнитура «Таймс»
Печ л. 10,0+19 вкл , уч.-изд л. 11,8. усл печ.л. 9,3+19 вкл Тираж 500 экз Заказ №

ОАО «Издательство ТГУ», 634029, г Томск, ул Никитина, 4
ООО «Интегральный переплет», 634040, г Томск, ул Высоцкого 28