

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

ИНСТИТУТ ХИМИИ НЕФТИ

УДК

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИХН СО РАН
д-р техн. наук, профессор

_____ Л.К. Алтунина

«_____» _____ 2007 г.

ОТЧЕТ

О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

АНАЛИЗ ГЕОБОТАНИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ТЕРРИТОРИИ ТАЕЖНОЙ ЗОНЫ
ЗАПАДНОЙ СИБИРИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
КЛИМАТИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

Государственный контракт № 02.517.11.9011

в рамках ФЦНТП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2012 годы

Научный руководитель,
м.н.с.

_____ В. П. Днепровская
подпись, дата

Томск - 2007

СПИСОК ОСНОВНЫХ ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Научный руководитель,
м.н.с.

подпись, дата

Днепровская В.П.
(введение, заключение,
раздел(ы) 1 - 4)

РЕФЕРАТ

Отчет 17 с., 4 ч., 10 рис., 2 табл., 5 источников.

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ, КОСМОСНИМКИ SPOT-VEGETATION, ГЕОБОТАНИЧЕСКОЕ ЗОНИРОВАНИЕ, ЛАНДШАФТНОЕ ЗОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ, ТИПЫ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА, КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ,

Работа направлена на проведение исследования изменений геоботанической структуры с использованием дистанционных методов. Изучение изменений климатического состояния за последние полвека, на основе данных метеослужбы. Проведение совместного анализа данных климатических и геоботанических изменений с учётом ландшафтного зонирования. Целью работы является изучение пространственной структуры лесорастительного покрова территории Западной Сибири в зависимости от изменения показателей климатического состояния.

Полученные результаты могут быть использованы при прогнозе изменений геоботанической структуры растительности Западной Сибири в условиях ожидаемого глобального потепления.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	6
1. Описание объекта исследования и характеристика данных	7
2. Изучение климатических изменений на территории Западной Сибири.....	9
3. Определение структуры растительного покрова на основе карты наземных экосистем России с учётом ландшафтного зонирования	11
4. Анализ взаимосвязи структуры лесорастительного покрова с климатическими характеристиками.....	13
Заключение.....	16
Список использованных источников.....	17

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

ГИС – геоинформационная система

ЯНАО – Ямало-Ненецкий автономный округ

ХМАО – Ханты-Мансийский автономный округ

РАН – Российская академия наук

T – среднегодовая температура воздуха

Q – среднегодовое количество атмосферных осадков

ЗВСП – запас воды в снежном покрове

ТХЛ – темнохвойные леса

СХЛ – светлохвойные леса

МЛЛ – мелколиственные леса

ВБК – водно-болотные комплексы

S – относительные площади

ВВЕДЕНИЕ

Одной из важных задач современных исследований Северной Евразии является выявление особенностей пространственной структуры растительного покрова в зависимости от климатических изменений. В решении этой задачи возникает необходимость учитывать пространственные свойства объектов исследований. Включение пространственных свойств в анализ хотя и усложняет процедуры анализа, но позволяет использовать дополнительную информацию, которая может быть актуализирована в рамках геоинформационного подхода к анализу многомерных данных [1, 2]. Реализация этого подхода требует использования геоинформационных систем (ГИС), позволяющих манипулировать и управлять пространственными данными, хранящимися в виде тематических слоев, географически определенных относительно цифровой карты-основы. Целью настоящей работы является изучение пространственной структуры растительного покрова таёжной зоны Западной Сибири с учётом показателей климатического состояния.

Для достижения поставленной цели понадобилось решить следующие основные задачи:

- Проанализировать климатические изменения состояния Западной Сибири.
- Исследовать структуру растительного покрова на основе карты наземных экосистем России.
- Проведение совместного анализа данных климатических и геоботанических изменений с учётом ландшафтного зонирования.

1. ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКА ДАННЫХ

Объектом исследования является территория Западно-Сибирской равнины в границах шести административных образований – Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО), Ханты-Мансийского автономного округа (ХМАО) и Томской, Омской, Новосибирской областей и юга Тюменской области.

Расположенная в умеренном поясе, где господствует западный перенос, Западная Сибирь находится под сильным влиянием Атлантического океана, которое сказывается в наибольшей степени в зимний период на севере территории. Известно, что в пределах Западно-Сибирской равнины ярко прослеживается зональное распределение ландшафтов в виде широтных географических зон: субарктической тундры, редколесья, тайги и лесостепи. Однако переходы между зонами недостаточно четки вследствие равнинности и сильной заболоченности территории. Зональность проявляется во всём комплексе природных условий: в изменении характера климата, растительного и почвенного покрова, состава животного мира и др.

На рис. 1 приведена карта геоботанического зонирования территории, на которой треугольниками обозначено расположение метеостанций. Северная часть исследуемой территории расположена в зоне субарктической тундры и редколесья. Центральная часть находится в таёжной зоне. Поверхность лесостепи на юге территории плоская, ровная, слегка волнистая.

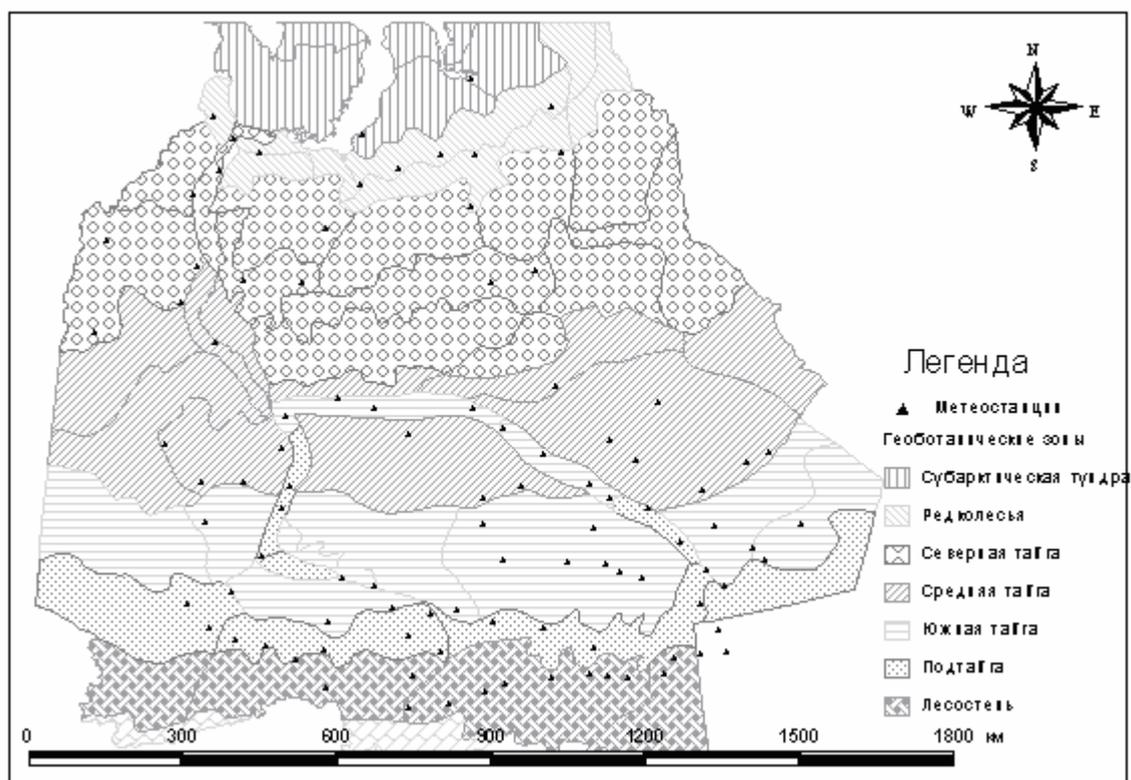


Рис. 1. Карта геоботанического районирования

Для исследования климатических изменений территории Западной Сибири были использованы метеорологические данные за период 1955-1992 гг., полученные на 99 метеостанциях исследуемой территории: временные ряды среднегодовых значений температуры воздуха и количества атмосферных осадков, а также максимальные годовые величины показателей снежного покрова (его высота, плотность и запасы воды).

В настоящей работе для определения характеристик пространственной структуры растительного покрова территории использовалась карта наземных экосистем России (рис. 2).

Данная карта создана по данным спутникового прибора SPOT-Vegetation с пространственным разрешением около 1 км и отражает пространственное распределение основных типов растительности и не покрытых растительностью земель по состоянию на 2000 год. Разработка карты выполнялась сотрудниками Института космических исследований в рамках международного проекта Global Land Cover 2000 в сотрудничестве с Объединенным Исследовательским Центром Европейской Комиссии и Центром по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН. Метод создания карты включал классификацию основных типов земного покрова с использованием набора улучшенных продуктов спутниковых данных, характеризующих фенологическую динамику растительности, уровень влагосодержания и анизотропные свойства отражения земной поверхности, а также длительность залегания снежного покрова. Полученная в результате цифровая карта наземных экосистем России, успешно прошла качественную и количественную валидацию, что позволило включить ее в соответствующую глобальную базу данных [3, 4].



Рис. 2. Карта наземных экосистем России по материалам сайта <http://terrante.iki.rssi.ru>

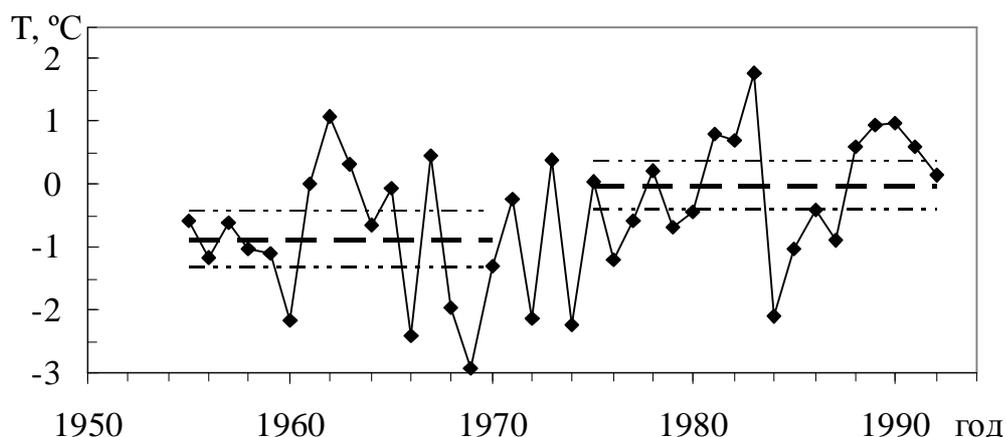
Легенда карты включает в себя 25 классов. Классы образуют семь различных групп типов земного покрова, и выбраны как исходя из возможностей спутниковых данных и имеющихся методов их анализа, так и с учетом требований экосистемной оценки лесов, тундры, кустарниковых и травяных типов растительного покрова, водно-болотных комплексов, а также не покрытых растительностью земель [3].

2. ИЗУЧЕНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

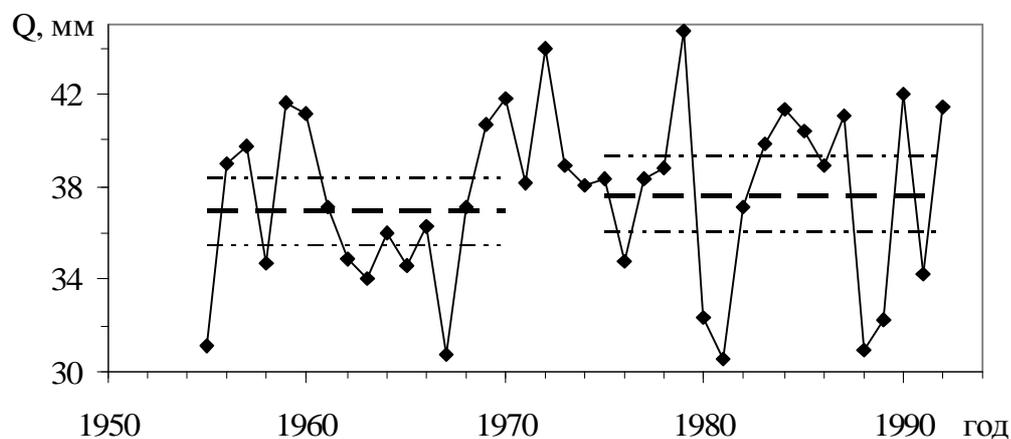
Анализ изменений климатического состояния территории Западной Сибири проводился раздельно для центральной части (в границах ХМАО) и южной части территории Западной Сибири (в границах Томской, Новосибирской и Омской областей), с использованием временных рядов среднегодовых значений температуры воздуха (T , °C), количества атмосферных осадков (Q , мм) и запаса воды в снежном покрове (ЗВСП, мм) в период 1955-1992 гг.. Результаты анализа климатических изменений приведены для южной и центральной части территории соответственно на рис. 3 и 4.

На рис. 3-а показаны временные ходы среднегодовых значений температуры воздуха. Пунктирными линиями показаны средние значения для двух временных интервалов: 1955-1970 гг. и 1975-1992 гг., а штрихпунктирными линиями - доверительные интервалы для средних значений, рассчитанные для вероятности 90 %.

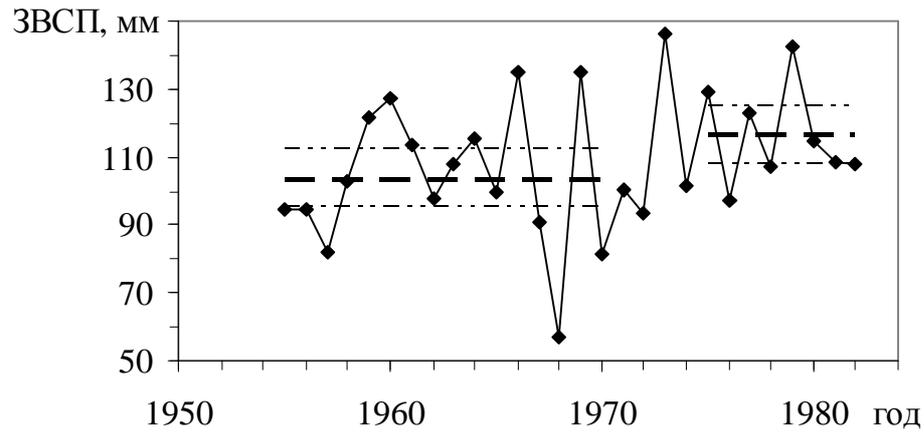
Из графика на рис. 3-а видно, что среднегодовая температура воздуха во втором периоде по сравнению с периодом 1955-1970 г.г. увеличилась на 0,9 °C. Количество среднегодовых атмосферных осадков во втором периоде в среднем увеличилось на 0,7 мм по сравнению с первым периодом, т.е. приблизительно на 2 % (рис. 3-б). А изменение величины запаса воды в снежном покрове для южной территории Западной Сибири во втором периоде составляет 12,8 мм. (рис. 3-в), т.е. увеличение по сравнению с первым периодом около 12,4 %. Следовательно, с повышением температуры значительно возрастает величина водозапаса в снежном покрове, хотя уровень атмосферных осадков увеличивается незначительно.



а



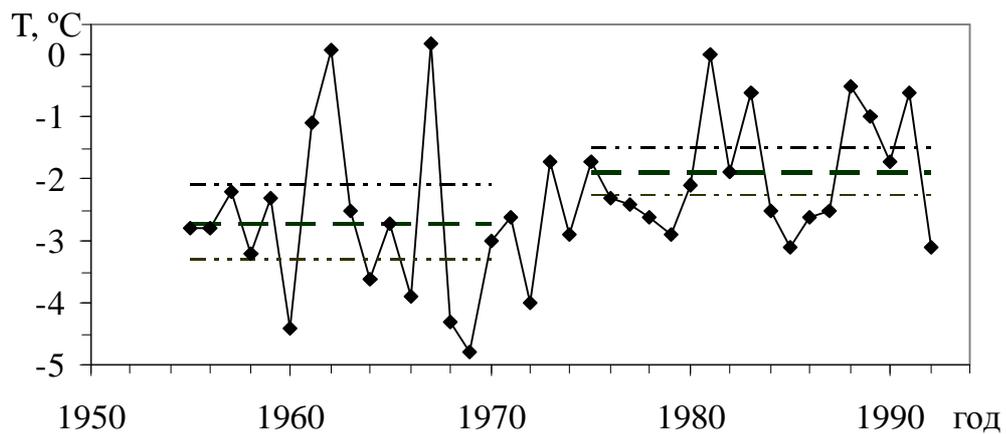
б



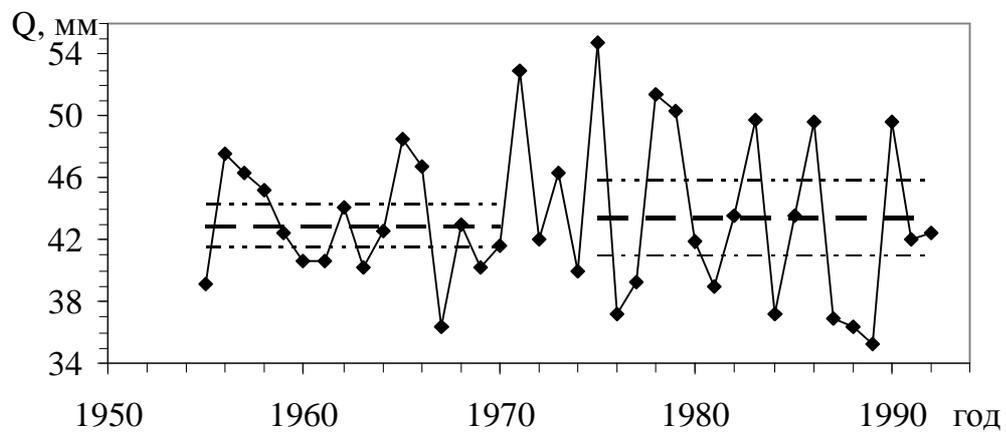
В

Рис. 3. Временные ходы показателей климатического состояния в южной части Западной Сибири

Как видно из рис. 4, где показаны изменения климатических показателей на территории ХМАО, среднегодовая температура воздуха увеличилась на 0,8 °С; уровень среднегодовых атмосферных осадков увеличился незначительно (приблизительно 1,2 %).



а



б

Рис. 4. Временные ходы показателей климатического состояния в центральной части территории Западной Сибири

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТРУКТУРЫ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА ОСНОВЕ КАРТЫ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ РОССИИ С УЧЁТОМ ЛАНДШАФТНОГО ЗОНИРОВАНИЯ

Обработка карты наземных экосистем России проводилась средствами программного обеспечения геоинформационной системы ArcView 3.x, с помощью которой определялись относительные площади каждого из ландшафтных выделов [3].

Исследования структуры лесорастительного покрова проведены для юго-восточной (Томская область) и центральной (Ханты-Мансийский автономный округ) частей Западной Сибири. На рис. 5 представлена карта-схема ландшафтного районирования исследуемой территории. Для получения наиболее точных и достоверных зависимостей исследуемой равнинной территории из процесса обработки исключили горные и пойменные ландшафтные провинции.

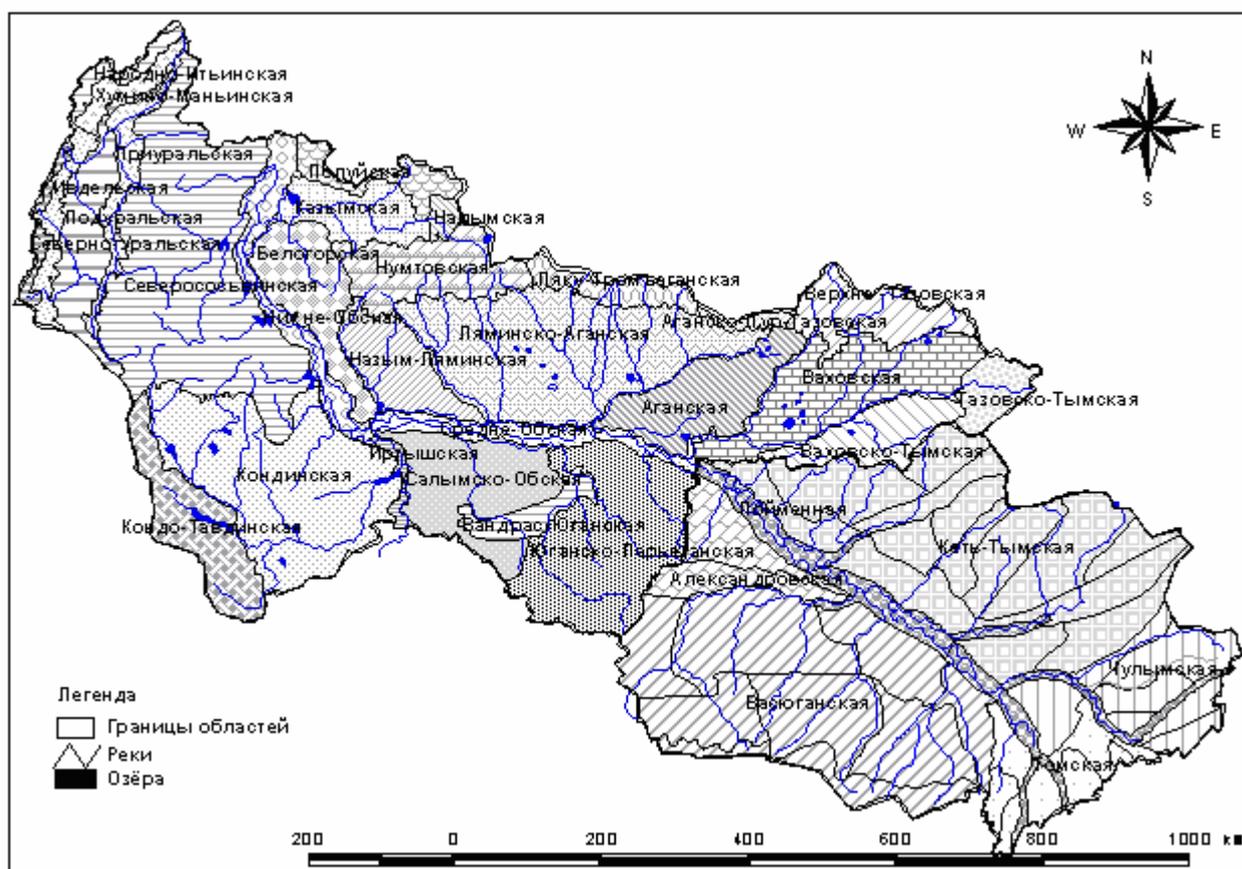


Рис. 5. Карта ландшафтного районирования центральной и юго-восточной части Западной Сибири

В процессе анализа карты наземных экосистем России из 25 классов легенды карты были взяты для дальнейшей обработки 4 основных типа растительного покрова, характерных для таёжной зоны территории Западной Сибири: темнохвойные, светлохвойные, мелколиственные и леса и водно-болотные комплексы. На рис. 6 представлена диаграмма, отображающая пространственную структуру выбранных типов растительного покрова на территории ХМАО и Томской Области, в виде соотношения их относительных площадей. Рис. 6 показывает преобладание водно-болотных комплексов на исследуемой территории.

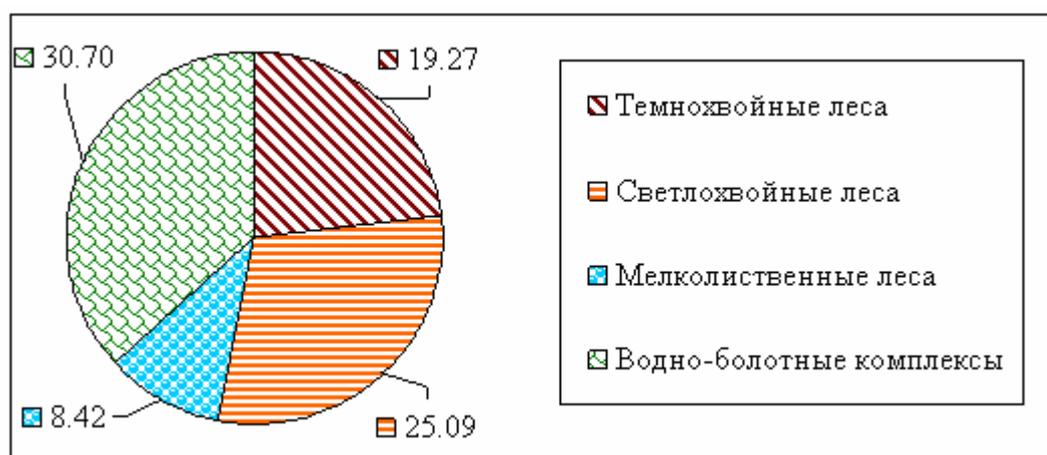


Рис. 6. Относительные площади типов растительного покрова на исследуемой территории

Данные о пространственной структуре различных ландшафтных провинций на территории центральной и юго-восточной частей Западной Сибири в виде относительных площадей типов растительного покрова приведены в табл.1, где приняты следующие обозначения: ТХЛ – темнохвойные леса, СХЛ – светлохвойные леса, МЛЛ – мелколиственные леса, ВБК – водно-болотные комплексы.

Таблица 1. Относительные площади типов растительного покрова и основные климатические показатели

№	Ландшафтная провинция	Тип ландшафтного выдела				Климатические показатели		
		ТХЛ	СХЛ	МЛЛ	ВБК	Т, °С	Q, мм	ЗВСП, мм
3	Северососьвинская	25.28	39.97	1.53	20.85	-2.0	46.5	197.3
4	Надымская	24.21	31.80	0.00	31.75	-3.7	41.0	180.9
5	Полуйская	34.18	14.21	0.00	31.30	-3.9	41.1	174.4
6	Аганско-Пур-Тазовская	35.59	20.30	0.39	31.89	-3.7	43.3	126.9
7	Аганская	18.09	32.57	0.76	40.35	-2.6	47.8	181.7
8	Верхне -Тазовская	23.39	39.22	0.55	25.93	-4.0	45.9	145.7
9	Пяку-Тромьеганская	9.46	10.27	0.00	64.74	-3.5	42.7	206.1
10	Белогорская	52.88	29.47	0.67	3.76	-2.5	46.3	212.4
11	Нумтовская	18.46	34.66	0.00	36.87	-3.1	39.7	192.5
12	Газовско-Тымская	17.68	48.81	0.59	22.02	-3.2	46.6	170.0
13	Кондо-Тавдинская	10.43	23.14	26.95	21.28	0.4	43.1	135.8
14	Кондинская	11.46	23.26	3.45	47.41	0.0	39.4	156.8
15	Назым-Ляминская	9.90	26.58	0.11	56.16	-2.3	41.7	196.5
16	Ваховская	14.49	20.54	0.29	55.26	-2.9	46.4	145.9
17	Ляминско-Аганская	6.52	16.89	0.00	56.59	-2.7	41.6	207.1
18	Ваховско-Тымская	19.39	32.13	3.54	27.71	-2.4	47.5	156.3
19	Салымско-Обская	19.14	16.17	9.70	34.28	-1.2	41.7	161.6
20	Вандрас-Юганская	22.09	29.03	1.18	38.93	-1.0	44.5	175.5
21	Юганско-Ларьеганская	29.22	24.39	3.37	29.29	-0.9	47.5	175.2
22	Казымская	27.92	18.42	0.00	45.31	-3.5	41.3	184.2
30	Александровская	30.01	32.54	3.83	21.77	-0.7	44.8	144.3
31	Васюганская	19.78	32.04	19.98	10.82	0.1	41.3	112.7
32	Кеть-Тымская	17.68	26.09	4.82	36.43	-1.1	45.5	162.4
34	Томская	5.44	3.29	55.30	0.13	1.1	40.5	99.9
35	Чулымская	15.52	14.30	49.52	1.34	0.6	39.6	122.5

4. АНАЛИЗ ВЗАИМОСВЯЗИ СТРУКТУРЫ ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА С КЛИМАТИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Для изучения взаимосвязи климатических характеристик и структуры лесорастительного покрова на основе данных табл.1 были построены графики зависимости относительных площадей (S) типов растительного покрова от климатических показателей. Построив графики, выявили прямую пропорциональную зависимость, описываемую уравнением $y = ax + b$, где a и b – коэффициенты линейного уравнения. В табл. 2 представлены коэффициенты и величина достоверности аппроксимации (R^2) для 4 типов растительного покрова.

Таблица 2. Значения коэффициентов линейного уравнения и величины достоверности аппроксимации

Показатель	Линейная аппроксимация в зависимости от T, °C			Линейная аппроксимация в зависимости от Q, мм			Линейная аппроксимация в зависимости ЗВСП, мм		
	a	b	R ²	a	b	R ²	a	b	R ²
Темнохвойные леса	-2.27	16.31	0.11	1.20	-31.65	0.10	0.07	9.21	0.04
Светлохвойные леса	-1.69	22.31	0.07	1.91	-57.37	0.27	0.07	13.74	0.05
Мелколиственные леса	7.15	21.39	0.55	-2.07	97.41	0.15	-0.34	64.09	0.48
Водно-болотные комплексы	-5.16	21.64	0.22	-0.24	42.31	0.00	0.30	-17.02	0.27

Для иллюстрации на рис. 7 приведена зависимость относительной площади темнохвойных лесов от температуры воздуха. Как видно из рис. 7, повышение среднегодовой температуры на территории Западной Сибири сопровождается снижением доли темнохвойных лесов в структуре земного покрова.

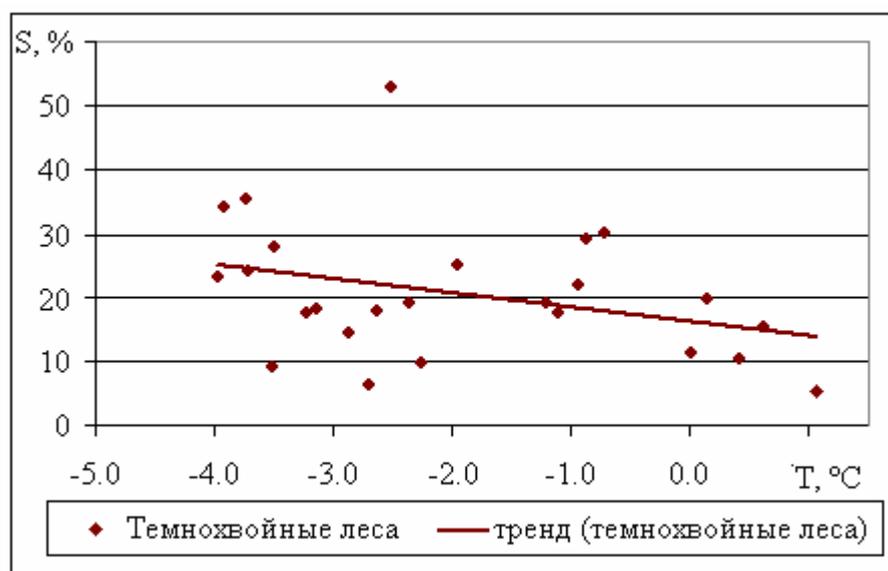


Рис. 7. График зависимости относительного содержания темнохвойных лесов от среднегодовой температуры воздуха

На рис. 8 приведены графики линий тренда, отображающие зависимости относительных площадей типов растительного покрова от рассматриваемых климатических показателей. По мере повышения среднегодовой температуры воздуха, т.е. по мере смены ландшафтных зон от севера к югу, как видно из рис. 8-а структура лесоболотных территорий существенно изменяется. Площади

темнохвойных и светлохвойных лесов сокращаются (от ~ 25 % - 30 % на севере территории, до ~ 20 % - 15 % на юге территории), преобладающими становятся автоморфные мелколиственные леса, т.е. порядка 30 % от всей территории. Площадь водно-болотных комплексов уменьшается более резко, что отражает общую тенденцию увеличения заболачивания территорий к северу Западной Сибири. Рис. 8-в показывает, что с увеличением ЗВСП (т.е. в направлении с юга к северу) площади темнохвойных и светлохвойных лесов увеличиваются (от ~ 15 % - 20 % на юге территории, до ~ 25 % - 30 % на севере территории), площадь водно-болотных комплексов увеличивается от ~ 12 % до ~ 45 %. Площадь мелколиственных лесов уменьшается. С увеличением среднегодовой суммы атмосферных осадков отмечается повышение площадей светлохвойных и темнохвойных лесов; площади мелколиственных лесов и заболоченных территорий уменьшаются (рис. 8-б).

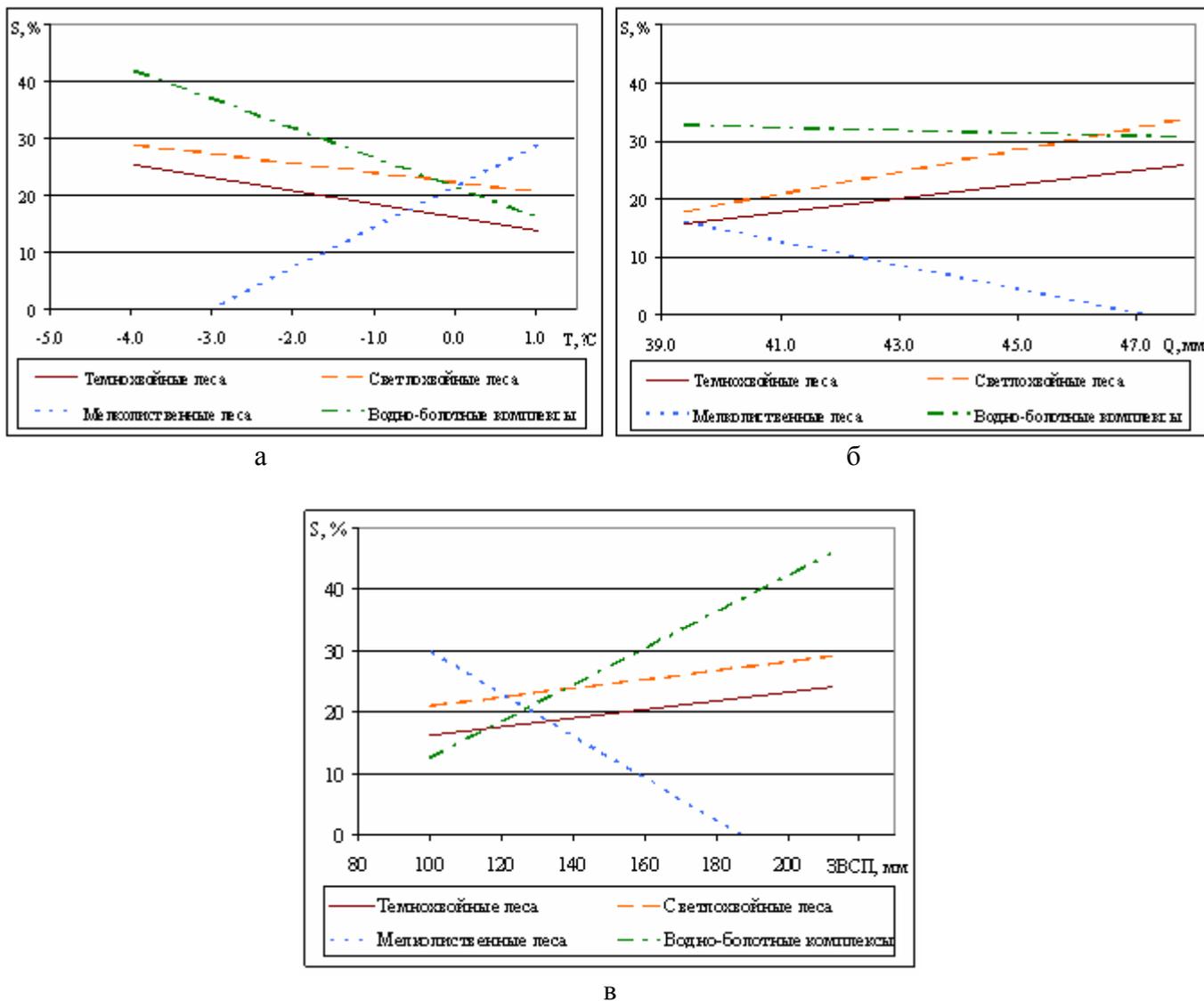


Рис. 8. Графики зависимости относительных площадей типов растительного покрова от климатических показателей

Было исследовано распределение площади типов растительного покрова, с учётом ранжирования ландшафтных провинции по температурным поясам с 1-градусной шириной (рис. 9). Выделили 5 зон с одинаковой среднегодовой температурой воздуха и для этих зон построили гистограмму зависимости площади типов растительного покрова от температуры воздуха.

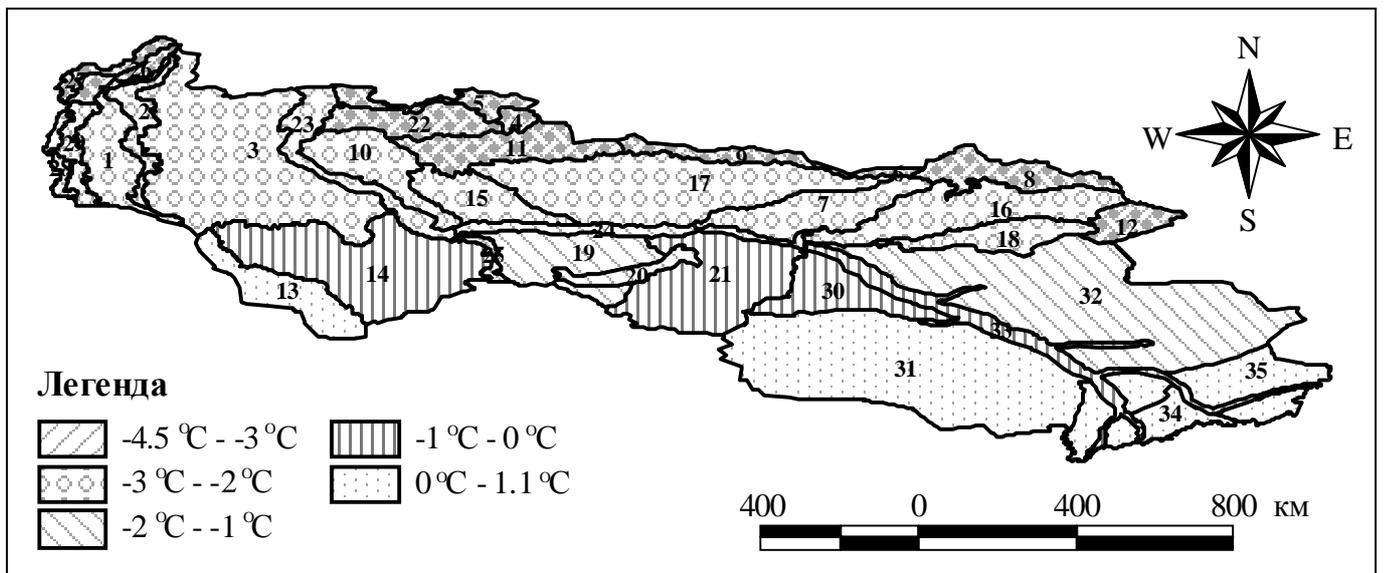


Рис. 9. Зонирование ландшафтных провинций по среднегодовой температуре воздуха

Построенная гистограмма зависимости площади ландшафтных выделов от температуры воздуха (рис. 10) показывает, что структура лесоболотных территорий существенно изменяется по мере смены ландшафтных зон и особенно при переходе через 0 °C. Площади хвойных лесов сокращаются (от ~ 25% на севере территории, до ~ 15% на юге территории), преобладающими становятся автоморфные березовые леса (~ 40%). Площадь водно-болотных комплексов резко увеличивается при переходе от южной тайги к средней тайге (за счёт обширной территории Обь-Иртышского междуречья) и далее наблюдается менее выраженная тенденция к увеличению заболачивания территории к северу Западной Сибири.

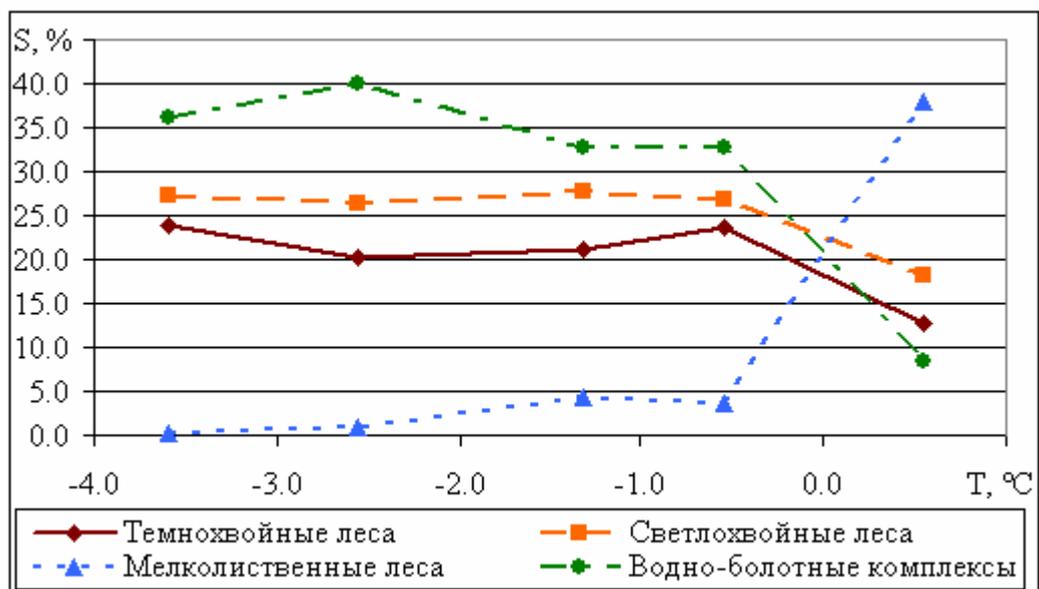


Рис. 10. График зависимости относительных площадей типов растительного покрова от температурных зон в соответствии с рис. 9

Рис. 10 позволяет в каждой зоне с одинаковой среднегодовой температурой воздуха определить соотношение относительных площадей разных типов растительного покрова.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках выполнения работы проведен комплексный анализ изменений показателей климатического состояния и пространственной структуры растительного покрова на территории Западной Сибири установлена взаимосвязь этих показателей. В частности, показано, что повышение среднегодовой температуры воздуха сопровождается ростом относительной площади мелколиственных лесов, и сокращением относительной площади темнохвойных и светлохвойных лесов и более резким уменьшением водно-болотных комплексов. С ростом среднего значения водозапаса в снежном покрове, наоборот, увеличивается относительная площадь хвойных лесов и водно-болотных комплексов, и сокращаются площади мелколиственных лесов. Полученные результаты могут быть использованы при прогнозе изменений геоботанической структуры растительности Западной Сибири в условиях ожидаемого глобального потепления.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Полищук Ю.М., Перемитина Т.О. Геоинформационный подход к анализу многомерных данных о пространственно-распределенных объектах // Геоинформатика. – 2003. – № 1. – С. 18 – 21.
2. Полищук Ю.М., Иродова В.П., Перемитина Т.О. Геоинформационный анализ климатических особенностей юго-востока Западной Сибири на основе метода главных компонент // География и природные ресурсы. – 2003. – № 4. – С. 139 - 143.
3. Барталев С.А., Белвард А.С, Ершов Д.В. Новая карта типов земного покрова бореальных экосистем Евразии по данным SPOT 4-VEGETATION. // Аэрокосмические методы и геоинформационные технологии в лесоведении и лесном хозяйстве: Доклады 3-ей Всероссийской конференции, посвященной памяти Г.Г. Самойловича, Москва, 18-19 апреля 2002, С. 30-34
4. Барталев С.А., Белвард А.С, Ершов Д.В., Исаев А.С. Карта наземных экосистем Северной Евразии по данным SPOT-Vegetation. Проект Global Land Cover 2000. Информационная система TerraNorte. Институт космических исследований РАН, 2004. (<http://terranorte.iki.rssi.ru>).
5. Булгакова И.В., Полищук Ю.М. Исследование пространственной структуры лесоболотных комплексов нефтедобывающих регионов с использованием космоснимков среднего разрешения // Матер. 2-й Междун. научно-практич. конф. «Эколого-географические проблемы природопользования нефтегазовых регионов» (Нижневартовск, 20 - 22 октября 2003 г.) – Нижневартовск: Изд-е НГПИ, 2003. – С. 48 - 50.