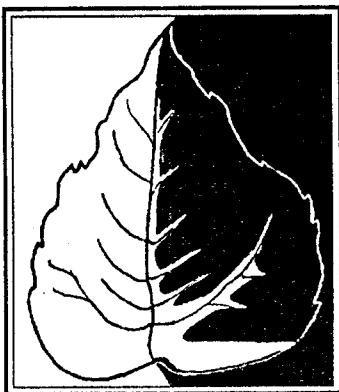


# ПРОБЛЕМЫ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИИ



4

2000

## РАЗДЕЛ VI

# ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ

---

УДК 630.111+551,588 (571.56)

## ВОЗМОЖНЫЕ СМЕЩАНИЯ ГРАНИЦ РАСТИТЕЛЬНЫХ ЗОН В ЯКУТИИ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ КЛИМАТА

Зукерт Н.В.

*Центр по проблемам экологии и продуктивности РАН*

Проблема изменения климата и влияние этих изменений на окружающую среду и, в частности, на растительный покров в настоящее время вызывает большой интерес. Исследования потенциального изменения растительных зон в связи с изменениями климата проводились ранее [4,6,7]. Однако в этих работах показаны изменения растительных зон в условиях потепления климата на всем земном шаре.

Изменение потепления климата и связанные с этим изменения пространственного распределения растительности приведет к различным экологическим последствиям. Настоящая статья рассматривает региональные аспекты проблемы изменения растительности под влиянием возможных изменений климата на территории со сложным рельефом и резко континентальным климатом Якутии.

В ранее опубликованной работе рассматривались основные закономерности формирования широтной и высотной поясности растительности в Якутии в условиях континентального климата [3].

Исследование этой проблемы проводилось на основе эколого-климатической информационной системы КРИС (климат –

растительность – информационная система) [5], использующей возможности геоинформационного подхода. Эта система позволила исследовать пространственное распределение климатических характеристик, их взаимосвязи между собой и связь их с распределением растительности по территории Якутии. Применяя эту систему, в настоящей работе был проведен прогноз изменений границ растительных поясов в связи с возможными изменениями климата.

Проведенное ранее исследование влияния климата на растительность включало подробный анализ пространственного распределения климатических полей, которое было проведено на базе данных 149 метеорологических станций Якутии. Были построены и проанализированы карты пространственного распределения основных климатических характеристик: облачности, осадков, средней температуры воздуха для различных сезонов года. Кроме того были рассчитаны и по результатам расчетов построены карты распределения сумм среднесуточных температур выше 10°C (TS), сумм осадков на этот период (PS) и гидротермический коэффициент (соотношение PS x 10/TS).

Подробный анализ карт пространственного распределения климатических характеристик этого периода приведен в работе [3]. На основе этих карт и выделения однородных классов было проведено климатическое зонирование и выделено 10 климатических областей.

Всё многообразие растительности на исходной карте (79 типов) [1] было объединено в 10 однотипных классов для ввода карты растительности в систему КРИС: 1) арктическая тундра; 2) субарктическая тундра и тундровые болота; 3) притундровые редкостойные лиственничники; 4) северотаежные редкостойные лиственничники; 5) среднетаежные лиственничники; 6) среднетаежные лиственничники со степными участками;

стками; 7) каменистые пустыни и горные тундры; 8) горные притундровые лиственничники; 9) горные северотаежные лиственничники; 10) горные среднетаежные лиственничники.

Генерализованная карта растительности приведена на рис. 1а. Полученная карта климатического зонирования и генерализованная карта растительности явились основой для моделирования растительных поясов равнинных и горных территорий и создания схемы соответствия растительных поясов климатическим зонам. Сочетание климатических характеристик, соответствующее растительности, полученное при использовании схемы, приведено в таблице 1.

Таблица 1

**Зональные климатические характеристики растительности**

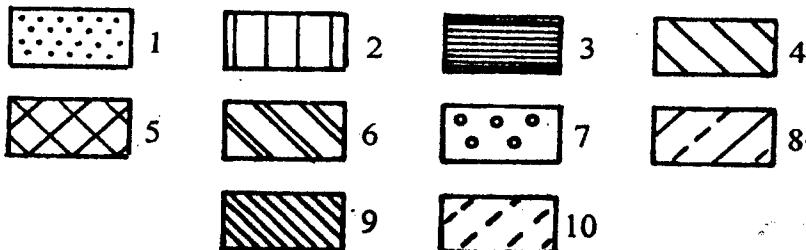
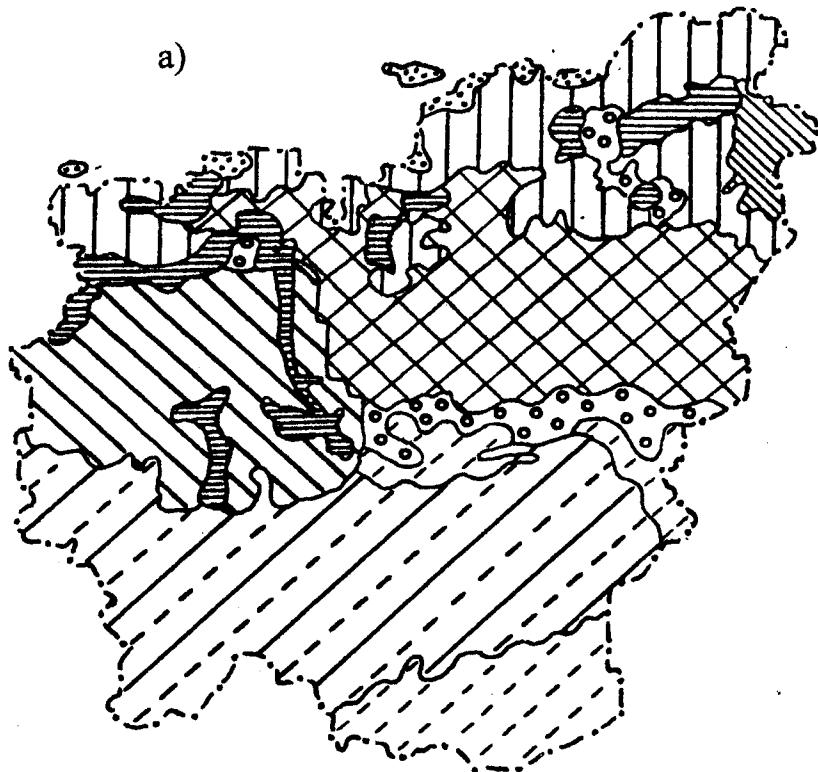
Климатические параметры			Растительность
TS10	GTK	PS10	
<i>широтные зоны</i>			
0–600	0–0,7	0–40	арктическая тундра
0–800	0–0,7	0–40	субарктическая тундра и тундровые болота
600–1000	0,7–1,0	40–120	притундровые редкостойные лиственничники
600–1000	1,0–1,5	120–200	северотаежные редкостойные лиственничники
1000–1600	1,0–1,5	120–200	среднетаежные лиственничники
1000–1600	0,7–1,0	0–40	среднетаежные лиственничники со степными участками
<i>высотные зоны</i>			
0–600	0,7–1,0	0–20	каменистые пустыни и горные тундры
600–800	1,0–1,5	120–200	горные притундровые лиственничники
800–1000	1,0–>1,5	120–>200	горные северотаежные лиственничники
1000–1600	1,0–>1,5	120–>200	горные среднетаежные лиственничники

Предлагаемая схема была использована для создания карты растительности (рис. 1б). Эта карта растительности сравнивалась с генерализованной картой растительности для оценки соответствия размеров и положения растительных зон на обеих картах. Точность совпадения для всей территории составляет около 60%. Соответствие площадей, занимаемых различными растительными поясами, представлено в табл. 2. Для горных территорий и горной растительности это совпадение было не та-

ким явным, что связано с недостаточным количеством и неравномерным расположением метеорологических станций в этих районах.

В Якутии выделяются два основных пояса: тундр и лесной растительности с преобладанием таежных типов. Выделение зон обусловлено термическими условиями. Значение GTK = 1 является границей между лесными и травянистыми типами.

Неоднородность рельефа Якутии вносит некоторые различия при переходе от

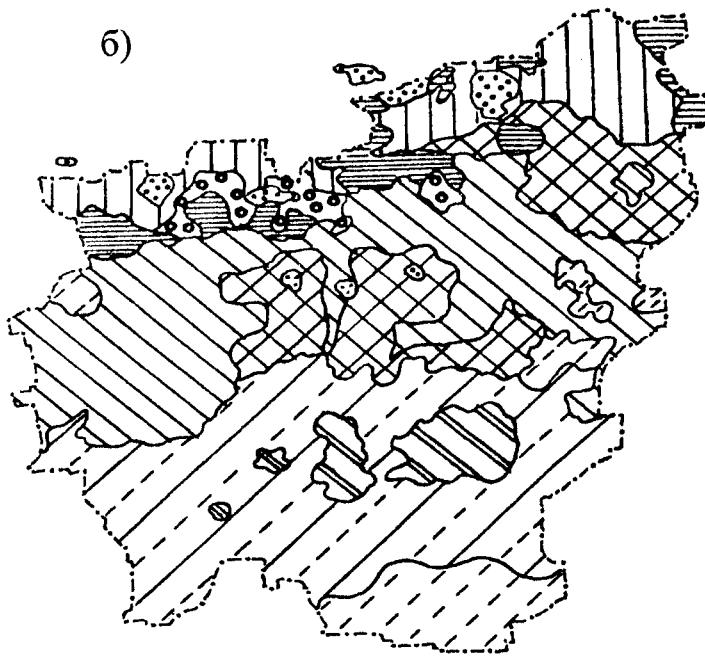


**Рис.1.** Карты растительности Якутии:  
 а) исходная карта растительности;  
 б) модельная карта растительности (современный климат);  
 в) прогнозная карта растительности (сценарий изменения климата на 2005 г.).

**Растительные пояса:**

- 1 – арктическая тундра; 2 – субарктическая тундра и тундровые болота;
- 3 – притундровые редкостойные лиственничники; 4 – северотаежные редкостойные лиственничники; 5 – среднетаежные лиственничники; 6 – среднетаежные лиственничники со степными участками; 7 – каменистые пустыни и горные тундры; 8 – горные притундровые лиственничники; 9 – горные северотаежные лиственничники;
- 10 – горные среднетаежные лиственничники.

б)



в)

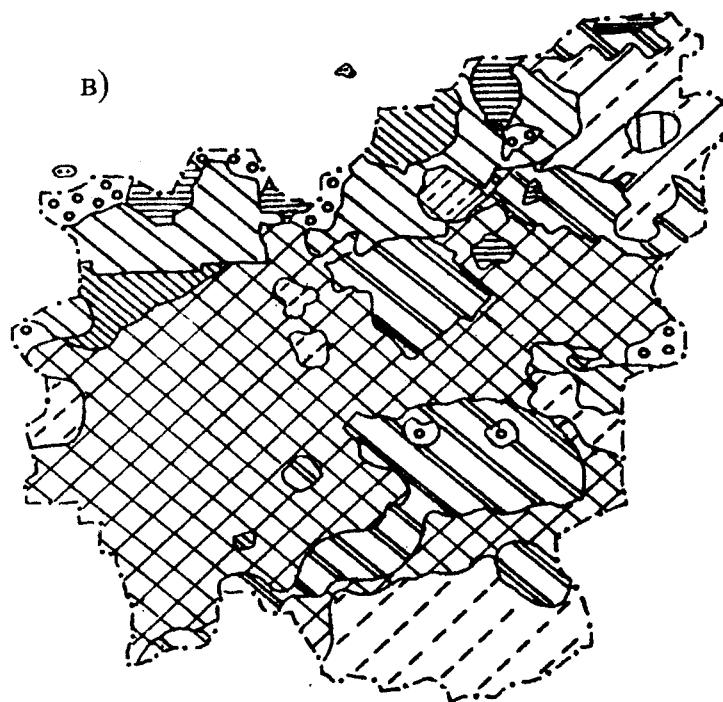


Таблица 2

## Соответствие растительных поясов Якутии на исходной и модельной картах

Растительный пояс	Карта	Площадь пояса, количество пикселей	Процент соответствия на карте
Арктическая тундра	исходная модельная	1012,0 443,0	43,77
Субарктическая тундра и болота	исходная модельная	8123,0 6149,0	75,70
Каменистые пустыни и горные тундры	исходная модельная	16 656,0 2023,0	12,15
Притундровые редкостойные лиственничники	исходная модельная	4134,0 1291,0	31,23
Северотаежные лиственничники	исходная модельная	20 163,0 13 589,0	67,40
Среднетаежные лиственничники, включая степные участки	исходная модельная	30 356,0 24 472,0	80,62
Горные пригундровые лиственничники	исходная модельная	2809,0 3,0	0,11
Горные северотаежные лиственничники	исходная модельная	15 559,0 5977,0	38,42
Горные среднетаежные лиственничники	исходная модельная	9272,0 4427,0	47,75

одного типа растительности к другому для равнинных и горных территорий. При этом на равнинной территории более четко прослеживается связь растительности с гидротермическими условиями. В горах же термические условия растительных поясов с высотой быстро изменяются, в то время как условия увлажнения остаются более стабильными. Хорошая сходимость исходной и созданной карты растительности Якутии позволила рассчитать сдвиг границ растительных поясов в результате возможных изменений климата. В качестве сценария изменения климата использовались результаты оценок летних и зимних температур воздуха и годовых осадков, полученные на основании палеоаналогового метода [2] (рис. 2).

Согласно данному сценарию в Якутии наиболее резкое повышение температуры будет происходить зимой на Арктическом побережье, где достигнет увеличения до +5°C. На остальной части в зимний период температура повысится на 3–4°C. Летнее изменение температур имеет тенденцию к повышению, но увеличение температур бу-

дет не таким высоким. Наибольшие изменения как в летний, так и в зимний период будут отмечаться на побережье Арктики и составят 3°C. В центральных и южных районах Якутии повышение температуры летнего периода не будет превышать +2°C. Наибольшие изменения поля годовых осадков произойдут на Арктическом побережье (до 100 мм). На основной территории будут отмечаться незначительные изменения в сторону повышения осадков. При повышении температуры и уменьшении осадков может увеличиться засушливость климата.

Используя результаты этого сценария, рассчитывались прогнозистические значения TS, PS, GTK. В результате этих расчетов было получено, что основная часть Якутии окажется в умеренно теплом климате с достаточным увлажнением ( $TS=1000-1600$ ;  $GTK=1,0-1,5$ ;  $PS=120-200$ ). В то же время, на юге Якутии увеличится площади с недостаточным увлажнением при умеренно теплых термических условиях ( $TS=1000-1600$ ;  $GTK=0,7-1,0$ ;  $PS=0-40$ ). Изменения значения климатических парамет-

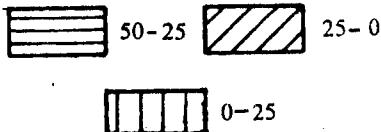
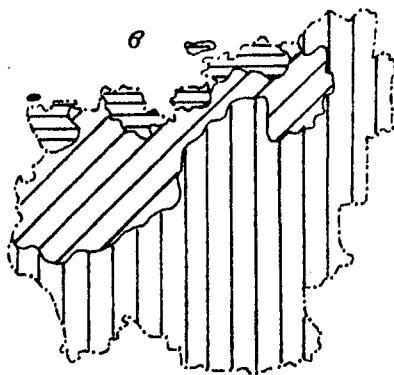
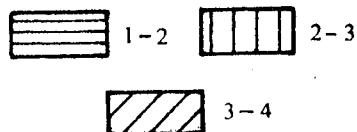
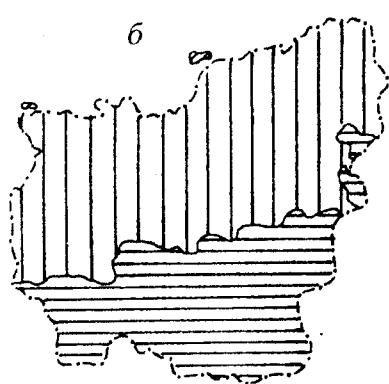
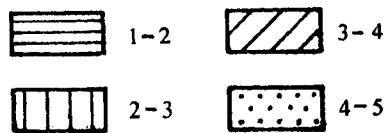
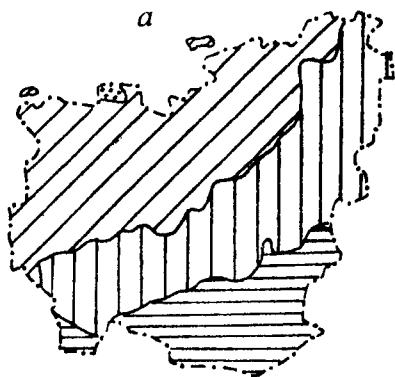


Рис. 2. Карты возможных изменений температуры воздуха и осадков на территории Якутии к 2005 г. а) °С зимой; б) °С летом; в) годовые суммы осадков (мм)

ров накладывались на биоклиматическую схему Якутии. Полученные сочетания легли в основу создания прогнозной карты распределения растительности (см. рис. 1в).

Установлено, что на территории Якутии будет наблюдаться сдвиг границ растительных зон к северу. Арктическая тундра будет располагаться только на островах

Арктического моря. Субарктическая тундра протянется узким поясом на арктическом побережье. Южная граница северной тайги совпадет с 70° с.ш. Основная часть Якутии будет занята средней тайгой, в которой увеличится площадь степных участков (табл. 3).

Таблица 3

**Площади растительных зон Якутии при изменении климата**

№ п/п	Тип растительности	Современная площадь, тыс. км <sup>2</sup>	Прогнозируемое изменение	
			тыс. км <sup>2</sup>	отед.
1.	Арктическая тундра	44,6	13,1	-3,4
2.	Субарктические тундры и тундровые болота	313,8	20,5	-15,3
3.	Притундровые редкостойные лиственничники	120,0	36,0	-3,3
4.	Северотаежные редкостойные лиственничники	850,0	376,6	-2,2
5.	Среднетаежные лиственничники	839,7	1262,7	+1,5
6.	Среднетаежные лиственничники со степными участками	137,4	577,0	+4,2
7.	Каменистые пустыни и горные тундры	133,6	19,2	-6,9
8.	Горные притундровые лиственничники	36,8	15,4	-2,4
9.	Горные северотаежные лиственничники	438,7	461,8	+1,1
10.	Горные среднетаежные лиственничники	188,6	320,9	+1,7
<b>Итого:</b>		<b>3103,2</b>	<b>3103,2</b>	

Сравнение полученных нами результатов для Якутии с результатами работы [6] показывает соответствие основных черт изменений растительности для исследуемого нами района. Более близкие совпадения получены при сравнении с работой [7], в которой анализировались подобные изменения для Сибири. Некоторые различия в сравниваемых работах объясняются использованием различных сценариев изменения климата. В работе [7] предполагается, что при потеплении климата средняя тайга на юге Якутии будет заменена степью. Расчеты, проведенные нами, позволяют говорить только о некотором увеличении площади

степных участков при сохранении полосы средней тайги на юге Якутии. Работа выполнена в рамках ГНТП № 18 «Глобальные изменения природной среды и климата».

### Литература

1. Атлас сельского хозяйства Якутской АССР. – М.: 1989, ГУГиК.
2. Будыко М.И. Климат конца XX века // Метеорология и гидрология. – 1988. – № 10. – С. 5–23.
3. Зукерт Н.В., Рожкова С.В., Соколовина Н.Н. Роль гидротермического режима

в распределении растительности Якутии // Лесоведение. – 1995. – № 2. – С. 42–47.

4. Оценка экологических и социально-экономических последствий изменения климата. – СПб: Гидрометеоиздат, 1992. – 250 с.

5. Рожкова С.В., Зукерт Н.В. Информационная система: растительность и климатические факторы // Вестник МГУ. Сер.5., геогр. – 1996. – № 1. – С.18–24.

6. Emanuel W.R., Shugart H.H. and Stevensohn M.P. Climate change and broad-scale distribution of terrestrial ecosystem complexes. Climate Change. – 1987. – N.7. – p. 29–43.

7. Monserud R.A., Denissenko O.V. and Tchebakova N.M. Comparison of Siberian paleovegetation to current and future vegetation under climate change. Climate Research. 1993. – 3(3). – p.143–159.

### Аннотация

Проведены исследования возможных изменений климатических зон Якутии на основе палеоаналогов сценария М.И.Будыко. Рассмотрены возможные изменения границ растительных поясов, как реакции на изменения климата. Получено, что на территории Якутии будет наблюдаться сдвиг границ растительных поясов к северу. Арктическая тундра будет располагаться только на островах Арктического моря. Субарктическая тундра будет расположена узким поясом на арктическом побережье. Южная граница северной тайги совпадет с 70° с.ш. Основная часть Якутии будет занята средней тайгой, в которой увеличится площадь степных участков.