

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
1 Физико-географическая характеристика национального парка «Шушенский бор».....	7
1.1 Физико-географическое положение национального парка «Шушенский бор».....	7
1.2 Климат.....	9
1.3 Рельеф.....	10
1.4 Гидрография.....	11
1.5 Растительный мир.....	13
1.6 Выводы по главе.....	15
2 Материалы и методы исследования.....	16
2.1 Методы обработки данных дистанционного зондирования Земли.....	17
2.1.1 Предварительная обработка.....	17
2.1.2 Классификация.....	18
2.1.3 Специализированная тематическая обработка.....	21
2.1.4 Интеграция с ГИС.....	21
2.2 Космические аппараты дистанционного зондирования.....	21
2.3 Normalized Difference Vegetation Index.....	25
2.4 Верхняя граница леса.....	29
2.5 Описание материалов данных.....	31
2.6 Выводы по главе.....	33
3 Методика и материалы исследования.....	35
3.1 Программный пакет ArcGis.....	36
3.2 Климатические данные CRU TS 4.04.....	39
3.3 Методика и инструменты используемые в ходе работы.....	40
3.4 Динамика верхней границы леса.....	42
3.5 Выводы по главе.....	49
Заключение.....	51

Список сокращений	52
Список использованных источников	53

ВВЕДЕНИЕ

В последнее время анализ динамики верхней границы леса привлекает к себе особое внимание в связи с проблемой климатических изменений. Высокогорные леса сообщества являются идеальным объектом для исследования реакции растительности на климатические изменения. Предполагаемое смещение верхней границы распространения лесов рассматривается как одно из возможных последствий глобального потепления и связано с тем, что лесные сообщества на верхнем пределе своего произрастания находятся в более жестких климатических условиях и начинают раньше реагировать на изменения климата по сравнению с сообществами, произрастающими в более благоприятных условиях [1].

Глобальные изменения климата могут привести к значительным сдвигам границ лесорастительных зон и существенному изменению состава лесных сообществ.

Указанные изменения в наземных экосистемах на обширных территориях можно исследовать на основе методов дистанционного зондирования Земли. Одной из современных систем зондирования Земли из космоса в оптическом диапазоне является серия спектрорадиометров LANDSAT, открывшая новые возможности картирования и мониторинга лесных территорий, обнаружения зон природных и антропогенных воздействий на лесной покров. Пространственное и радиометрическое разрешение спектрорадиометрических систем (LANDSAT-TM/ETM+/OLI) позволяют проводить среднемасштабное картирование лесных территорий. Временное покрытие с 1984 г по настоящее время позволяет анализировать пространственную динамику происходящих процессов [2].

Анализ динамики лесных территорий, их тематическое картирование и мониторинг требуют использование материалов дистанционного зондирования, полученных как в оптической, так и в микроволновой частях спектра.

В ряде публикаций установлено проникновение древесной растительности в зону тундры на высотной границе леса, а также возрастание сомкнутости

притундровых лесов и увеличение радиального прироста деревьев в последние десятилетия [1; 3; 4]. Факты подъема лесной растительности в конце XX – начале XXI веков зарегистрированы на Урале [5], в Альпах [7], в высокогорьях Канады и США [8; 9] и Кузнецком Алатау [6].

Цель работы произвести анализ пространственной динамики древостоев в экотоне горной лесотундры хребта Борус.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. дать физико-географическую характеристику национального парка «Шушенский бор», включая хребет Борус;
2. описать данные дистанционного зондирования со спутников серии Landsat;
3. произвести сбор и описание данных дистанционного зондирования Земли и других пространственных данных, необходимых для проведения анализа;
4. произвести предварительную обработку данных дистанционного зондирования Земли;
5. провести анализ состояния и динамики экотона лесотундры по данным вегетационного индекса NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). Выявить пространственные закономерности динамики экотона, связи динамики с параметрами окружающей среды, составить прогноз о состоянии экотона при сохранении текущих климатических условий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы была дана физико-географическая характеристика исследуемой территории на которой климатические факторы оказывали благоприятные условия для произрастания и продвижения вверх по склону древесной растительности, однако на это влияют не только климатические факторы, а также орографические и антропогенные факторы, так на некоторых участках территории отсутствует почвенный покров, что является ограничивающим фактором для движение древесной растительности вверх по склону, а так же антропогенные факторы, так как территория является местом активного туризма, из-за этого на территории нередко возникают пожары усиливающиеся частыми пылевыми бурями, а так же из-за особенности склона, пожар может быстро подниматься вверх по склону.

В ходе исследования использовались данные спутников серии LANDSAT, по котором был вычислен NDVI, по которому верхняя граница леса имела значение 0,3, что является разреженной растительностью. С помощью разновременных снимков было выявлено, что за последние 28 лет, верхняя граница леса начиная с 1991 года по отношению к 2019 году изменилась так, что на южной и юго-восточной экспозициях склона верхняя граница леса занимает новые территории, а на северной наоборот.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ВГЛ – верхняя граница леса

ДДЗ – данные дистанционного зондирования

КА – космический аппарат

ПО – программное обеспечение

ЦМР – цифровая модель рельефа

EVI – Enhanced Vegetation Index

NDVI – Normalized Difference Vegetation Index

NIR - near infrared

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Харук, В. И. Временная динамика лиственницы в экотоне лесотундры / В. И. Харук, С. Т. Им, К. Дж. Рэнсон, М. М. Наурзбаев // ДАН, 2004. – №3. – С. 1–5.
2. Им, С. Т. Микроволновая и спектрорадиометрическая съемки в исследовании лесных территорий / С. Т. Им. – Красноярск, 2004. – 112 с.
3. Шиятов, С. Г. Динамика древесной и кустарниковой растительности в горах полярного Урала под влиянием современных изменений климата / С. Г. Шиятов // Екатеринбург : УрО РАН, 2009. – 216 с.
4. Петров, И. А. Реакция хвойных экотонов альпийской лесотундры Кузнецкого Алатау на изменение климата / И. А. Петров, В. И. Харук, М. Л. Двинская, С. Т. Им. // Сибирский экологический журнал. – 2015. – №4. – С. 518–527.
5. Шиятов, С. Г. Пространственно-временная динамика лесотундровых сообществ на Полярном Урале / С. Г. Шиятов, М. М. Терентьев, В. В. Фомин // Экология. – 2005. – №2. – С. 83–90.
6. Моисеев, П. А. Влияние изменений климата на радиальный прирост и формирование возрастной структуры высокогорных лиственничников Кузнецкого Алатау / П. А. Моисеев // Экология. – 2002. – №1. – С. 10–17.
7. Klasner, F. L. A half century of change in alpine treeline patterns at Glacier National Park, Montana, U.S.A. / F. L. Klasner, D. B. Farge // Arctic, Antarctic and Alpine Research. – 2002. – Vol. 34. – P. 49–56.
8. Lloyd, A. H. Ecological histories from Alaskan tree line provide insight into future change. / A. H. Lloyd // Ecology. 2005. – Vol. 86. – P. 1687 – 1695.
9. Kullman, L. Wind-conditioned 20th century decline of birch tree line vegetation in the Swedish Scandes. / L. Kullman // Arctic. – 2004. – Vol 58. – P. 286–294.

10. Баранов, А. А. Особо охраняемые природные территории Красноярского края / А. А. Баранов, С. В. Кожеко. — Красноярск: КГПУ, 2004. — 168 с.
11. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. Государственный природный биосферный заповедник Саяно-Шушенский [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://sayanzapoved.ru/klimat-i-etrovoej-rezhim>.
12. WMO Statement on the Status of the Global Climate in 2002. // WMO Press Release No. — Geneva, 2002. — 12 p.
13. NDVI – теория и практика [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://gis-lab/info/ga/ndvi.html>.
14. Шиятов, С. Г. Пространственно-временная динамика лесотундровых сообществ на Полярном Урале / С. Г. Шиятов, М. М. Терентьев, В. В. Фомин // Экология. — 2005. — №2. — С. 83–90.
15. Харук, В. И. Проникновение вечнозеленых хвойных деревьев в зону доминирования лиственницы и климатические тренды / В. И. Харук, М. Л. Двинская, К. Дж. Рэнсон, С. Т. Им // Экология. — 2005. — №3. — С. 186–192.
16. Михеева, А. И. Пространственная изменчивость положения верхней границы леса в Хибинах (по материалам дистанционного зондирования) // Вестник Московского университета. — 2010. — № 4. — С. 18–22.
17. Зибзеев, Е. Г. Структура экотона между лесным и высокогорным поясами гор Южной Сибири / Е. Г. Зибзеев, В. П. Седелников // Растит. мир Азиатской России. — 2010. — № 2. — С. 46–49.
18. Каленская, О. П. Влияние пожаров на древостой национального парка «Шушенский бор» / О. П. Каленская, Л. В. Буряк, А. В. Толмачев // Химико-лесной комплекс – проблемы и решения. — Красноярск, 2003. — С. 153–155.
19. USGS (United States Geological Survey) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://earthexplorer.usgs.gov>.


20. Шушпанов, А. С. Динамика древостоев в экотоне альпийской лесотундры Западного Саяна / А. С. Шушпанов, И. А. Петров, В. И. Харук // Региональные проблемы дистанционного зондирования Земли : материалы II международной науч. конференции. – Красноярск, 2015. – С. 354–364.
21. Бочаров, А. Ю. Возрастная структура и радиальный рост лиственницы на молодых моренах Северо-Чуйского хребта / А. Ю. Бочаров, Е. Е. Тимошок // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2013. – Т.3. – №4. – С. 60–64.
22. Кнорре, А. А. Изменчивость видового разнообразия и наземной биомассы вдоль высотного трансекта северо-западной оконечности плато Путорана / А. А. Кнорре, А. В. Кирдянов, Е. В. Федотова, М. М. Наурзбаев // География и природные ресурсы. – 2006. – №3. – С. 75–81.
23. Timoshok, E. E. Structure and formation of conifer stands in the upper timberline ecotone on the North Chuya Ridge, Central Altai. / Timoshok E. E., Filimonova E. O., Propastilova O. Yu. // Russian Journal of Ecology. – 2009. – Vol. 40. – P. 172–179.
24. Lloyd, A. H. Ecological histories from Alaskan tree line provide insight into future change / A. H. Lloyd // Ecology. – 2005. – Vol. 86. – P. 1687–1695.
25. Шиятов, С. Г. Изменения климата и их влияние на горные экосистемы национального парка «Таганай» за последние столетия / С. Г. Шиятов, В. С. Мазепа, П. А. Моисеев, М. Ю. Братухина // Влияние изменения климата на экосистемы. – Москва, 2001. – Ч. 2. – С. 16–31.
26. Кравцова, В. И. Исследование северной границы леса покосмическим снимкам разного разрешения / В. И. Кравцова, А. Р. Лошкарева // Вестник Московского университета: Серия География. – 2010. – № 6. – С. 49–57.
27. Detection of vegetation change using reconnaissance imagery / H. H. Shugart [et al.] // Global Change Biology. – 2001. – Vol. 7, №3. – P. 247–252.
28. The Upward migration of alpine vegetation as an indicator of climate change: observations for Indian Himalayan region using remote sensing data / S. Panigrahy [et al.] // NNRMS Bulletin. – 2010. – Vol. 35. – P. 73–80.

29. Высокогорная флора Станового нагорья: состав, особенности и генезис / Н. С. Водопьянова [и др.]; отв. ред. Л. И. Малышев. – Новосибирск : Наука, 1972. – 272 с.
30. Шиятов, С. Г. Вертикальный и горизонтальный сдвиги верхней границы редколесий и сомкнутых лесов в XX столетии на Полярном Урале / С. Г. Шиятов [и др.] // Экология. – 2007. – № 4. – С. 243–248.
31. Толмачев, А. В. Лесные пожары и их последствия на территории национального парка «Шушенский бор» / А. В. Толмачев, Л. В., О. П. Каленская // Лесной и химический комплексы – проблемы и решения. Всероссийская научно-практическая конференция. Сборник статей студентов и молодых ученых. – Т.1. – Красноярск, 2008. – С. 156–161.
32. USGS (United States Geological Survey) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dds.cr.usgs.gov/srtm/version1>.
33. Введение в ArcGIS [Электронный ресурс] : ArcGIS Resource Center. – Режим доступа: <https://resources.arcgis.com/ru/help/getting-started/articles/026n00000014000000.htm>.
34. Комаров, И. В. Аномалии водной массы в Средней Сибири по данным дистанционного зондирования Земли / И. В. Комаров. – Красноярск : СФУ, 2019. – 69 с.
35. Карманов, А. Г. Геоинформационные системы территориального управления: учебное пособие / А. Г. Карманов, А. И. Кнышев, В. В. Елисеева. – Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2015. – 121 с.
36. Сутырина, Е. Н. Дистанционное зондирование Земли : учеб. пособие / Е. Н. Сутырина. – Иркутск : Изд-во ИГУ, 2013. – 165 с.
37. ArcMap [Электронный ресурс] : ArcGIS Desktop. – Режим доступа: <https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/10.6/get-started/introduction/a-quick-tour-of-arcmap.htm>.
38. CRU Data [Электронный ресурс] : Uea. – Режим доступа: <https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/hrg>.

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт экологии и географии
Кафедра географии

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 Г. Ю. Ямских
подпись инициалы, фамилия

«21» июня 2021 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

05.03.02 География

05.03.02.02 Физическая география и ландшафтоведение

**Анализ динамики верхней границы экотона горной лесотундры хребта
Борус**


Научный
руководитель

 18.06.21
подпись, дата

доц., канд. техн. наук
должность, учёная степень


С. Т. Им
инициалы, фамилия

Выпускник

 18.06.21
подпись, дата

Д. А. Черных
инициалы, фамилия

Нормоконтролер

 18.06.21
подпись, дата

И. А. Вайсброт
инициалы, фамилия

Красноярск 2021