

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ. БИОЛОГИЯ

Научная статья
УДК 5581.524:574.45

NDVI ТЕМНОХВОЙНЫХ ЛЕСОВ НИЖНЕГО ПРИАМУРЬЯ

П.С. Ван^{1,2}, Л.С. Шарая³

¹ФГБУ «Заповедное Приамурье»,

ул. Серышева 60, г. Хабаровск, 680000;

²Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,

ул. Шолом-Алейхема 4, г. Биробиджан, 679016,

e-mail: vanpolina8710@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7588-7003>;

³ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова,

ул. Прянишникова 31А, г. Москва, 127434,

e-mail: l_sharaya@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3073-8148>

На основе дистанционных данных проведена оценка NDVI темнохвойных лесов Нижнего Приамурья. Выявлено, что NDVI исследуемых лесов возрастает при движении с северо-запада и востока региона к его центральной части, с севера на юг и с понижением высоты. Минимальные показатели NDVI (0,437–0,719) характерны для северо-западной части Нижнего Приамурья, максимальные (0,743–0,849) – южной, средние (0,719–0,743) – восточной, средние и высокие (0,719–0,769) – центральной, высокие (0,743–0,769) – западной.

Ключевые слова: NDVI, темнохвойные леса, Нижнее Приамурье.

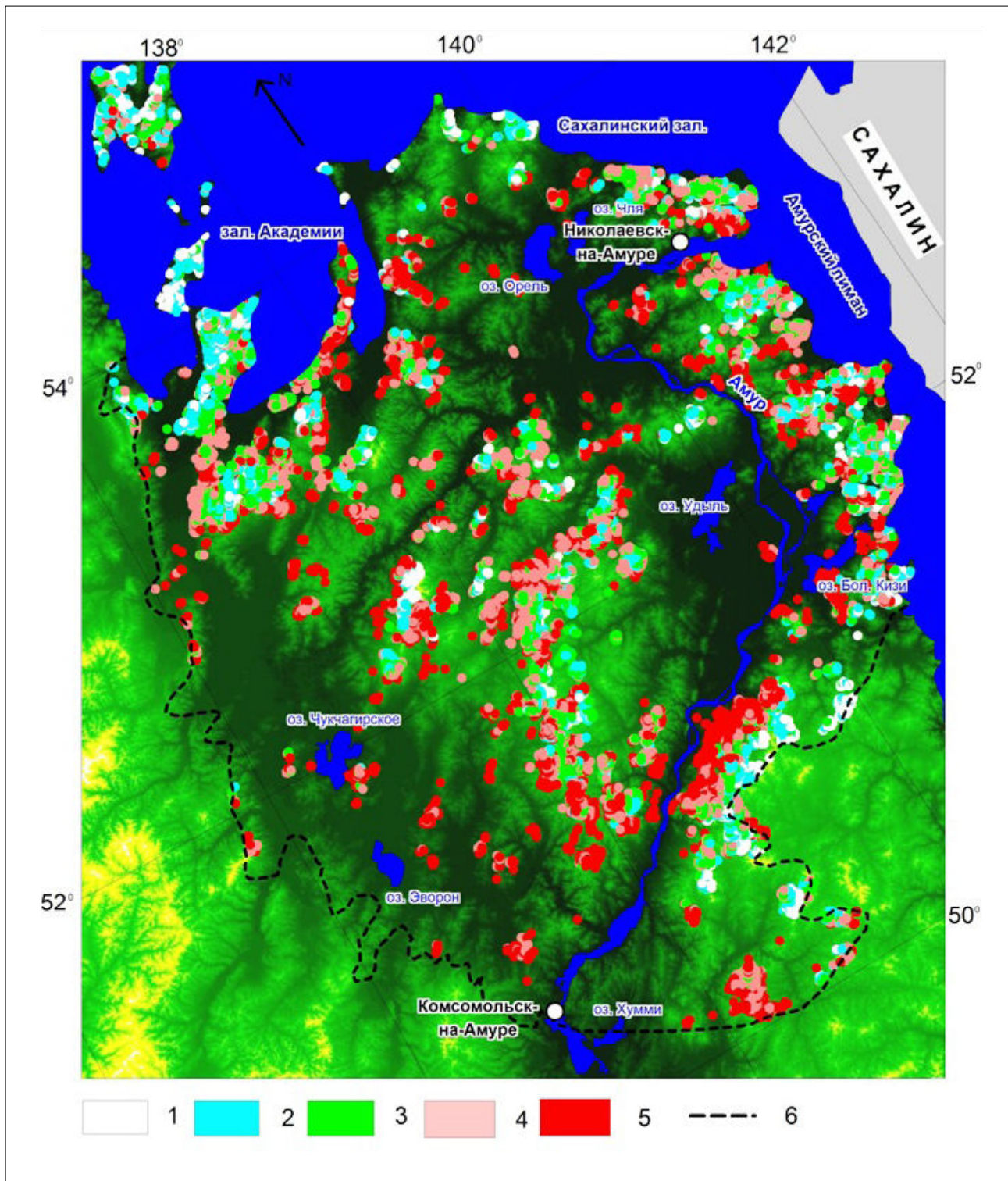
Образец цитирования: Ван П.С., Шарая Л.С. NDVI темнохвойных лесов нижнего Приамурья // Региональные проблемы. 2024. Т. 27, № 3. С. 8–12. DOI: 10.31433/2618-9593-2024-27-3-8-12.

В настоящее время в открытом доступе находятся данные о произрастании различных типов леса [3] и показателях NDVI, которые широко используются для дифференциации территорий по их покрытию растительностью и оценке продуктивности растительных сообществ. На основе этих данных проведен анализ изменения NDVI темнохвойных лесов в Нижнем Приамурье.

Нижнеамурская область является составной частью Амурско-Приморской физико-географической страны. Она ограничена с севера Охотским морем, с юга – долиной реки Амур, с востока – Сахалинским заливом и Амурским лиманом, с запада – Буреинским нагорьем [1] (рис.). В исследуемую территорию включен небольшой участок северного Сихотэ-Алиня, так как здесь находятся водосборные склоны р. Амур, где также формируется климат Нижнего Приамурья. Рельеф территории низко- и среднегорно-долинный

с межгорными депрессиями. Территорию покрывают в основном светло- и темнохвойные леса, на юге – хвойно-широколиственные. В северной части региона темнохвойные леса представлены чистыми ельниками, в которых отсутствует пихта. Всю остальную территорию покрывают леса елово-пихтовой субформации [2]. На юге к елово-пихтовым лесам часто примешивается сосна корейская. Темнохвойные леса занимают 18,5% лесного фонда региона. В регионе распространены почвы буроземного типа.

С помощью спутниковой системы Terra-MODIS и с использованием технологий, разработанных в Институте космических исследований РАН (ИКИ РАН), из цифровой карты-матрицы растительного покрова России [3] получены данные о местопроизрастании темнохвойных лесов на территории Нижнего Приамурья. Рассматриваются лесные сообщества, в пологе которых не ме-



*Рис. Карта NDVI темновойных лесов Нижнего Приамурья. Масштаб 1 : 3 000 000.
Значения NDVI: 1 – 0,437-0,685, 2 – 0,685-0,719, 3 – 0,719-0,743, 4 – 0,743-0,769,
5 – 0,769-0,849; 6 – граница Нижнего Приамурья*

*Fig. NDVI map of dark coniferous forests of the Lower Amur region. Map scale 1: 3,000,000.
NDVI values: 1 – 0.437-0.685, 2 – 0.685-0.719, 3 – 0.719-0.743, 4 – 0.743-0.768,
5 – 0.768-0.849; 6 – the border of the Lower Amur region*

нее 80% площади крон занимают теневыносливые виды хвойных деревьев, включая ель, пихту, кедр (сосну корейскую). Цифровые точечные данные по NDVI для темнохвойных лесов сформированы из данных спутникового прибора SPOT-Vegetation, обработанных в ИКИ РАН и представленных в виде матрицы значений NDVI. Вегетационный индекс NDVI вычисляется по формуле [4]:

$$NDVI = (Nir - Red) / (Nir + Red),$$

где *Nir* и *Red* – спектральные значения каналов в диапазонах отражения в ближней инфракрасной и красной областях спектра соответственно. Карта NDVI темнохвойных лесов региона построена в программе MapInfo Professional.

Согласно результатам анализа, 50% темнохвойных лесов в Нижнем Приамурье имеют высокие показатели NDVI (0,743–0,849), 30% – низкие (0,437–0,719), и 25% – средние (0,743–0,719). Вегетационный индекс лесов достаточно сильно варьируется по территории (см. рис.). Так, в северо-западной части произрастают ельники с минимальными показателями NDVI (0,437–0,719). Эта территория отличается суровым ветровым и термальным режимом, влияющим на распределение и производительность ельников [2]. Среднегодовая температура воздуха достигает здесь -4,5–(-5,8) °С, что в 2–2,5 раза ниже, чем в среднем по региону. Здесь ельники занимают Шантарские острова, полуостров Тугурский, хребет Мару. Последний отличается низкими значениями NDVI в своей внутренней высотной части и наибольшими – в низкогорной. Темнохвойные леса с высокими показателями вегетационного индекса расположены небольшими полигонами на юго-западе хребта Кивун, а с низкими – на северо-востоке. Наиболее продуктивные темнохвойные леса здесь произрастают в условиях низкогорного рельефа в западной гористой части полуострова Тохареу, на юге хребта Мевачан, а также в верховье рек Малый Киткан (приток реки Амгунь), Кайгачан и Невагли.

На востоке региона в основном произрастают темнохвойные леса со средними значениями NDVI (0,719–0,743), но и здесь этот показатель сильно варьируется. Наиболее низкие значения характерны для лесов северо-восточной части. На снижение продуктивности темнохвойных лесов этой территории могут влиять муссонные процессы в распределении осадков. Так, на побережье Охотского моря в холодный период количество осадков может достигать 320 мм, что на 45% больше, чем в среднем по региону. На востоке и юго-востоке темнохвойные леса покрывают гори-

стую прибрежную часть вблизи Амурского лимана и Сахалинского залива, хребты Чертов и Чаячий, горный участок неподалеку от озера Кади, верховье рек Ханда и Большой Сомон. Высокими показателями NDVI отличаются леса, произрастающие по берегам озера Кизи, на правом берегу реки Акча (приток Амура). Здесь также наблюдается снижение показателя NDVI с ростом высоты.

В центральной горной части Нижнего Приамурья темнохвойные леса имеют как средние (0,719–0,743), так и достаточно высокие показатели NDVI (0,743–0,769). В данном районе сохраняется тенденция расположения наиболее продуктивных лесов ниже по склонам. При этом здесь, в менее суровых климатических условиях, ельники занимают большие высоты. Например, темнохвойные леса с высокими значениями NDVI в верховье и среднем течении реки Бичи занимают высоты 300–500 м, с низким значением – 600–1050 м. Темнохвойные леса также локализуются на западных и северо-восточных отрогах Омельдинского хребта, на востоке и в центральной части хребта Чаятын, на горном участке с верховьями рек Пильда, Лимури и Боктор. «Точечно» ельники произрастают в центральной части и на западе хребта Омальский.

Наиболее высокие показатели NDVI (0,743–0,849) характерны для юга региона. Здесь отмечаются два крупных полигона – юго-восток и запад хребта Хоми и верховье рек Подичи, Холдоми и Батуй. Небольшие участки лесов с низкими и средними показателями NDVI произрастают на хребтах Острый и Большой Янг. Здесь сохраняется тенденция размещения темнохвойных лесов с максимальными показателями NDVI на меньших высотах. При дальнейшем продвижении на юг темнохвойные леса «взбираются» на большие высоты. На самом южном полигоне – верховье рек Подичи, Холдоми и Батуй – лесные сообщества с высокими значениями NDVI занимают высоты 500–900 м. Здесь на наибольших высотах среднегодовая температура воздуха составляет -4,5 °С, а на наименьших – (-2,2) °С, что в среднем на 1 °С больше, чем в центральной и северо-западных частях региона.

На западе Нижнего Приамурья с преобладающим низменным рельефом «чистые» темнохвойные леса встречаются мало и представлены небольшими ареалами в виде отдельных точек, занимающих островки гор. Несмотря на это, практически все леса здесь отличаются высокими показателями NDVI (0,743–0,769). Они произрастают в верховье рек Хурмули, Пукка (приток реки

Боктор) и Елганы (притоки реки Горин), занимают южные отроги Омельдинского хребта, хребет Кольцоурский и юг Тугурского хребта.

Таким образом, темнохвойные леса в регионе тяготеют к горному рельефу. Они распространены в центральной и северо-западной горных частях Нижнего Приамурья; на востоке занимают горные хребты, примыкающие к Охотскому побережью; на юге – небольшие полигоны в гористой местности; на западе в условиях преобладающего низменного рельефа практически отсутствуют и произрастают на отдельных площадках. NDVI темнохвойных лесов возрастает при движении с северо-запада и с востока к его центральной части, а также в целом – с севера на юг и с понижением высоты. Минимальные показатели NDVI (0,437–0,719) характерны для северо-западной части Нижнего Приамурья, находящейся под влиянием сурового ветрового и термального режима, максимальные (0,743–0,849) – для южной, где даже на больших высотах средняя температура выше на 1 °С, чем в центральной и северо-западной частях. Для восточной части характерны леса со средними значениями NDVI (0,719–0,743), для центральной части – средние и высокие (0,719–0,769) и высокие (0,743–0,769) – для западной.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Криволицкий А.Е. Амурско-Приморская страна // Физико-географическое районирование СССР: характеристика региональных единиц / ред. Н.А. Гвоздецкий. М.: МГУ, 1968. С. 503–542.
2. Манько Ю.И. Пихтово-еловые леса // Современное состояние лесов Дальнего Востока и перспективы их использования / под ред. А.П. Ковалева. Хабаровск: ДальНИИЛХ, 2009. С. 56–87.
3. Спутниковое картографирование растительного покрова России / С.А. Барталев, В.А. Егоров, В.О. Жарко и др. М.: Институт космических исследований РАН, 2016. 208 с.
4. Rouse J.W., Haas R.H., Shell J.A., Deering D.W. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS // Third Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium. Vol. 1. Technical Presentations Section A. Washington, DC: Scientific and Technical Information Office, National Aeronautics and Space Administration, 1974. P. 309–317.

REFERENCES:

1. Krivolutsky A.E. Amur-Primorskaya strana, in *Fiziko-geograficheskoe raionirovanie SSSR: kharakteristika regional'nykh edinits* (Physico-geographical zoning of the USSR: characteristics of regional units), N.A. Gvozdetsky Ed. Moscow: MSU, 1968, pp. 503–542. (In Russ.).
2. Manko Yu.I. Fir-spruce forests, in *Sovremennoe sostoyanie lesov Dal'nego Vostoka i perspektivy ikh ispol'zovaniya* (The current state of the forests of the Far East and the prospects for their use), A.P. Kovalev Ed. Khabarovsk: FEFRI, 2009, pp. 56–87. (In Russ.).
3. *Sputnikovoye kartografirovaniye rastitel'nogo pokrova Rossii* (Satellite mapping of vegetation cover in Russia), S.A. Bartalev, V.A. Egorov, V.O. Zharko et al. Moscow: Institute of Space Research RAS, 2016. 208 p. (In Russ.).
4. Rouse J.W., Haas R.H., Shell J.A., Deering D.W. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS, in *Third Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium, vol. 1. Technical Presentations Section A*. Washington, DC: Scientific and Technical Information Office, National Aeronautics and Space Administration, 1974, pp. 309–317.

NDVI OF DARK CONIFEROUS FORESTS IN THE LOWER AMUR REGION

P.S. Van, L.S. Sharaya

Using remote sensing data, the authors have carried out the NDVI assessment of dark coniferous forests in the Lower Amur region. The forests NDVI increases when moving from the northwest and east of the region to its central part, from north to south, and with decreasing altitude. Minimum NDVI values (0.437–0.719) are typical for the northwestern part of the region, maximum (0.743–0.849) – the southern, medium (0.719–0.743) – the eastern, medium and high (0.719–0.768) – the central, high (0.743–0.768) – the western ones.

Keywords: NDVI, dark coniferous forests, Lower Amur region.

Reference: Van P.S., Sharaya L.S. NDVI of dark coniferous forests in the Lower Amur Region. *Regional'nye problemy*, 2024, vol. 27, no. 3, pp. 8–12. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2024-27-3-8-12.

Поступила в редакцию 02.05.2024

Принята к публикации 17.09.2024