НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТОМСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РУССКОГО БОТАНИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА

Проблемы изучения растительного покрова Сибири

Труды VII Международной научной конференции,
посвященной 135-летию Гербария им. П.Н. Крылова
Томского государственного университета
и 170-летию со дня рождения П.Н. Крылова

(Томск, 28–30 сентября 2020 г.)

Томск
Издательство ТГУ
2020

Оценка состояния луговых ресурсов поймы Оби по вегетационному индексу NDVI

Л.Ф. Шепелева, Ю.Я. Колесниченко

НИИ биологии и биофизики, Томский государственный университет, Томск, Россия; shepevalf@mail.ru

Аннотация. С применением индекса NDVI показаны различия в периодичности развития луговых сообществ южных и северных регионов поймы Оби, проведена оценка возможности использования NDVI для учета луговых ресурсов.

Ключевые слова: луговая растительность, вегетационный индекс, Обь, Западная Сибирь.

Assessment of the state of meadow resources of the Ob floodplain by the vegetation index NDVI

L.F. Shepeleva, Yu.Ya. Kolesnichenko

Research Institute of Biology and Biophysics, Tomsk State University, Tomsk, Russia; shepevalf@mail.ru

Abstract. Using the NDVI index, the differences in the frequency of development of meadow communities in the southern and northern regions of the Ob floodplain are shown, and the possibility of using the NDVI to account for meadow resources is assessed.

Key words: Meadow vegetation, vegetation index, Ob, Western Siberia.

Вегетационные индексы в настоящее время широко применяются для решения многих задач природопользования. Особенно популярен вегетационный индекс NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), который успешно используется для выявления различных типов нарушений растительного покрова (Воронина, 2014; Чашин, Кондратьева, 2019). Широко он также применяется в сельском хозяйстве при оценке состояния посевов культурных растений, их поражения различными вредителями, степени их готовности к уборке урожая (Комаров, Комаров, 2018). Проводятся исследования для использования NDVI для типологии земель (Огуреева и др., 2009; Братков, Атаев, 2017). Имеется опыт учета надземной продукции болот на его основе (Дюкарев, Головацкая, 2017).

Проблема влияния современных изменений глобального климата и антропогенных воздействий на функционирование биогеоценозов поймы Оби имеет важнейшее значение для землепользования и управления ресурсами. Огромные размеры поймы Оби, зональные и региональные различия, а также труднодоступность приводят к необходимости экстраполяции данных, полученных на отдельных ключевых участках, на обширные территории. Поэтому использование космической информации имеет высокую актуальность для учета земельных ресурсов поймы.

Целью работы явилась оценка состояния пойменной луговой растительности с помощью космических снимков с использованием вегетационного индекса NDVI.

Изучение состояния растительного покрова проводилось в 2017–2019 гг. на лугах поймы Средней Оби (в районе научно-исследовательского стационара Томского государственного университета Кайбасово, подтаежная подзона) и в 2019 г. на лугах поймы Нижней Оби в районе г. Лабытнанги (Ямало-Ненецкий автономный округ – ЯНАО).

Для территории высокой прирусловой поймы Средней Оби, на которой в период 2017–2019 гг. проводились исследования продуктивности и структуры пойменных лугов (Кайбасово) были проанализированы изменения вегетационного индекса NDVI за пять лет, на основании которых были построены информационные таблицы (табл. 1). При этом было задействовано программное обеспечение ArcGis, спутниковые снимки Modis (разрешающая способность 420×700 м), Landsat-8, а также использованы функции веб-сервиса EOBrowser. Для определения индекса NDVI на ключевых участках математически получены снимки NDVI, основанные на данных спутников Landsat-8, с разрешающей способностью 30 × 30 м. Для этого была использована формула $NDVI = (K1 - K2) / (K1 + K2)$, где K1, K2 – значения данных на двух каналах, при этом показатели измерений в первом канале находятся в границах спектра 0,620–0,670 нм, а второго канала – в границах спектра 0,841–0,876 нм (Комаров, Комаров, 2018).

В соответствии со значениями вегетационного индекса начало развития растительности для данного участка поймы приходится на середину – конец апреля, индекс фиксирует затем короткое торможение, очевидно связанное с затоплением, и затем резкий подъем показателей до конца июня вплоть до наступления максимальных значений индекса – 0,82–0,86. Июль – время максимального развития растительности, оно соответствует фазе цветения – плодоношения луговых злаков (основному максимуму продуктивности, когда производится сенокосение). В прохладном и дождливом 2017 г.

длительность этой основной фазы составила свыше 50 дней, в жарком и сухом 2019 г. она была сравнительно короткой (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Характеристики вегетационных сезонов 2015–2019 гг. по показателям NDVI лугов (Кайбасово)

Период	Значения NDVI					Дата				
	2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019
Начало вегетации	0,33	0,26	0,18	0,25	0,23	19.04	14.04	19.04	23.04	26.04
Окончание вегетации	0,4	0,44	0,44	0,34	н/д	17.10	11.10	14.10	01.11	08.11
Пик NDVI	0,83–0,84	0,86–0,83	0,83–0,82	0,83–0,83	0,82–0,82	08.07–11.08	30.06–05.08	23.06–14.08	28.06–02.08	24.06–27.07
Максимальное значение NDVI	0,86	0,9	0,88	0,87	0,87	13.07	29.07	04.07	09.07	12.07
Длительность пика, сутки	34	36	52	35	33					
Длительность вегетации, сутки	181	180	178	192	206					

Пик величины надземной фитомассы в условиях южной части поймы Средней Оби в большинстве случаев приходится на первую декаду июля. Это и есть время, наиболее благоприятное для изучения структуры и продуктивности лугов. Окончание вегетационного сезона в среднем приходится на середину – конец октября, однако в теплые годы (2018–2019) вегетация растений была длительной (табл. 1) и завершилась в ноябре.

Сравнение по величине индекса NDVI данного участка высокой прирусловой поймы с более низким участком центральной поймы, на котором основные площади заняты осоковыми лугами и кустарниками, показало в большинстве случаев отставание в развитии осоковых лугов примерно на 7–10 дней, что могло быть связано с более длительным затоплением паводковыми водами. Тогда как завершение вегетации здесь происходило одновременно с лугами высоких уровней, и, очевидно, было обусловлено наступлением низких температур.

Вегетационный индекс в максимальную фазу изменяется в пределах 0,87–0,88 и различий величины надземной фитомассы по годам в пределах 2–5 ц/га не фиксирует, возможно, потому, что происходит осреднение данных по территории большого квадрата (420–700 м). Однако это отражает ситуацию правильно, так как в условиях гривистого рельефа южных отрезков поймы Оби продуктивность луговых угодий может существенно снижаться только в экстремально сухих условиях. Обычно же во влажные годы она высокая на гривах, а в сухие – в понижениях и на низких уровнях, что обеспечивает стабильность урожая в целом по контуру.

В северных регионах (Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий автономный округа) облик пойменных ландшафтов Оби меняется. Пойма становится сглаженной, характерны уплощенные обширные гривы и понижения. Пойма обычно затапливается на большой срок, что приводит к широкому распространению монодоминантных остро- и водноосоковых фитоценозов, в ЯНАО также и арктофиловых лугов. Характерны крупные контуры массивов осоковых лугов, развитых на низких и средних по высоте поверхностях, тогда как злаковые (двукосточниковые, вейниковые и пр.) луга приурочены к узким высоким гривам прирусловья и занимают меньшие площади.

Изучение состава и продуктивности луговой растительности поймы в районе г. Лабитнанги позволило рассмотреть связь урожайности с индексом NDVI. В соответствии с координатами изученных бекманиевых и арктофиловых лугов на основе изменения вегетационного индекса NDVI за 2018–2019 гг., была построена табл. 2. Бекманиевый луг расположен в верхней части высокой прирусловой гривы, а арктофиловый фитоценоз – на обширной плоской и низкой заиленной поверхности, вблизи русла Оби. Погодные условия 2019 года были более теплыми, и половодье было ниже по уровню на 1 м, чем в 2018 г.

Вегетационный индекс NDVI хорошо дифференцирует эти фитоценозы по максимальным значениям и особенностям развития. Величины 0,77–0,79 указывают на высокую сомкнутость травостоя бекманиевого луга (надземная масса 3,8 ц/га), тогда как даже при максимальном развитии арктофиловый травостой имеет разреженный характер и его максимальный индекс NDVI не достигает более 0,55 (масса травостоя 3 ц/га). Индекс указывает также на более раннее (примерно на 1 месяц) освобождение от воды гривы с бекманиевым лугом, начало вегетации приходится в среднем на начало июня, а окончание – на начало октября.

Характеристики вегетационных сезонов 2018–2019 гг. по показателям NDVI лугов (Лабытнанги)

Фитоценозы	Бекманиевый				Арктофиловый			
Показатели	NDVI		даты		NDVI		даты	
Периоды	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Начало вегетации	0	0,34	19.06.	30.05	0,1	0,07	10.07	23.06
Окончание вегетации	0,47	0,4	17.10	30.09	0,09	0	09.10	29.09
Пик NDVI	0,75–0,74	0,73–0,45	15.08–01.09	11.07–29.08	0,35–0,37	0,52–0,55	16.08–13.09	25.07–29.08
Максимальное значение NDVI	0,77	0,79	23.08	13.07	0,40	0,55	20.08	29.08
Длительность пика, сутки	17	32			28	35		
Длительность вегетации, сутки	120	123			91	98		

Длительность вегетации арктофилового сообщества меньше примерно на месяц, так как вегетация бекманиевого и арктофилового сообществ заканчивается одновременно. Максимальных значений развитие травостоя этих лугов тоже достигает практически одновременно, во влажный год – это середина августа – начало сентября, в сухой – середина июля – конец августа. Если сравнить значения показателей продолжительности вегетационного сезона лугов в северной и южной частях поймы Оби (табл. 1–2), то различие составляет около 2–3 месяцев.

Таким образом, использование вегетационного индекса NDVI позволяет получить важную информацию о развитии растительности в разные годы без непосредственного посещения поймы. В частности выявлены циклы периодичности развития и максимальных величин фитомассы лугов в северных и южных регионах. Более эффективно NDVI может применяться для оценки луговых ресурсов северных регионов, где размерность контуров космических снимков соответствует размерам контуров луговых угодий. В южных регионах оценка ресурсов лугов более сложна из-за мелкоконтурности.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Российского фонда фундаментальных исследований № 18-00-01493 КОМФИ, а также в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (проекты № 5.4004.2017/4.6, № 0721-2020-0019) с использованием уникальной научной установки «Система экспериментальных баз, расположенных вдоль широтного градиента (<http://ckp-rf.ru/usu/586718/>)».

ЛИТЕРАТУРА

- Воронина П.В., Мамаш Е.А. Классификация тематических задач мониторинга сельского хозяйства с использованием данных дистанционного зондирования MODIS // Вычислительные технологии. 2014. Т. 19, № 3. С. 76–102.
- Комаров А.А., Комаров А.А. Оценка состояния травостоя с помощью вегетационного индекса NDVI // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2018. № 2 (51). С. 124–129.
- Братков В. В., Атаев З.В. Вегетационные индексы и их использование для картографирования горных ландшафтов Российского Кавказа // Электронный научный журнал «Аргіогі». Серия Естественные и технические науки. 2017. № 1. С. 1–22.
- Огуреева Г.Н., Микляева И.М., Вахнина О.В., Тутубалина О.В. Полевое наземное спектрометрирование луговой растительности полигона «Сатино» // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2009. № 6. С. 71–77.
- Чащин Н.А., Кондратьева М.А. Использование данных дистанционного зондирования для оценки темпов зарастания угольных отвалов Кизеловского бассейна // Географический вестник. 2019. № 2 (49). С. 135–147.
- Дюкарев Е.А., Алексеева М.Н., Головацкая Е.А. Исследование растительного покрова болотных экосистем по спутниковым данным // Исследование Земли из космоса. 2017. № 2. С. 38–51.