

**Запасы и потоки углерода в лесных экосистемах на основе данных дистанционного зондирования земли для территории карбонового полигона Республики Башкортостан**

**Научный руководитель – Мустафин Радик Флюсович**

**Мифтахов Ильнур Ринатович**

*Выпускник (магистр)*

Башкирский государственный аграрный университет, Уфа, Россия

*E-mail: info323@bk.ru*

Концентрация углерода в атмосфере в виде углекислого газа составляет около 0,04% или 400 ppm. Оценка запасов углерода в лесах позволит нам оценить объем потерь углерода во время вырубки лесов или количество углерода, которое лес может накапливать при восстановлении.

Оценка и взаимосвязь биомассы и запасов углерода исследуемой территории с NDVI и NGRDI были выполнены путем случайного выбора 15 точек и использования инструмента Точечной выборки, и мы получили значения биомассы, NDVI и NGRDI для каждой выбранной точки, где было сопоставлено диаграммы [1].

Рис. 1. Карта NDVI и карта NGRDI исследуемой территории

В этом исследовании значения карты NDVI варьируется от -0.335 до 0.871 (рис.1). NDVI играют важную роль в мониторинге изменений растительности, высокие значения NDVI отражают густую и / или более здоровую растительность, в то время как низкие значения NDVI отражают меньшее количество растительности или ее отсутствие.

Рис. 2. График рассеяния нормализованного разностного индекса растительности (NDVI) и биомассы и график рассеяния нормализованного разностного индекса растительности (NDVI) и запасов углерода надземной части

Связь между наземной съемкой и спутниковыми снимками была установлена на этапе обучения контролируемой классификации. Во-первых, был получен средний запас углерода и NDVI для каждого участка. В ходе этого процесса 50% запасов углерода было сопоставлено с NDVI и полученными обучающими выборками [2,3]. Прежде чем была произведена какая-либо классификация, была проведена попарная корреляция, чтобы выяснить степень связи между данными запасами углерода и NDVI (рис. 1). Связь была признана хорошей ( $r > 0,62$ ), что позволяет использовать одну переменную выше другой [9]. Средний запас углерода на исследуемом участке в 2021 году составлял 11,89 т/га при годовой скорости поглощения углерода 0,10 т/га. Коэффициент определения NDVI и NGRDI составляет 0,0118 и представляет собой не лучшее соотношения данных, в отличие от соотношения биомассы с NDVI (0,45) и NGRDI (0,04) (рис. 3). Соотношение биомассы и NDVI выше, чем у NGRDI, что указывает на то, что NGRDI не так чувствителен [4].

Рис. 3. График рассеяния нормализованного разностного индекса растительности (NDVI) и NGRDI

Контролируемая классификация была выполнена с использованием алгоритмов обработки опорных векторов в среде Qgis для создания карты запаса углерода всего исследуемого участка. Для удобства были созданы четыре класса: 1)  $\leq 10$  т/га; 2) 11-30 т/га; 3) 31-50 т/га; и 4)  $> 51$  т/га. В целом, результаты показали, что на большей части территории исследуемого участка содержание углерода составляет 0-15 т/га. Общая сумма углерода для класса 1 составляет 114,42 т/га, класса 2-214,54 т/га, класса 3-250,13 т/га и класса 4-205,63 т/га) [5]. Уровень углерода 3-го класса самый высокий, а самый низкий-1-го класса,

тогда как общий уровень углерода для всех классов составил 784,72 т/га. Изменение связано с тем, что в некоторых экологических зонах наблюдается высокий уровень углерода из-за густой и здоровой растительности, умеренный уровень углерода из-за кустарников и лугов, в то время как низкий уровень углерода обусловлен главным образом низкой растительностью, которая, помимо других факторов, является деградированной землей.

### Источники и литература

- 1) Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2019617610 Мониторинг растительного покрова на основе аэрокосмоснимков ndvi и нейронных сетей с использованием java / И.Р. Мифтахов, Л.Р. Мифтахова, М.Г. Ишбулатов, А.В. Комиссаров; заявитель и правообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный аграрный университет» Номер заявки: 2019613773, Дата регистрации: 08.04.2019, Дата публикации: 18.06.2019.
- 2) Keeling, C.D., P.R. Guenther, G. Emanuele III, A. Bollenbacher, and D.J. Moss. 2002. Scripps Reference Gas Calibration System for Carbon Dioxide-in-Nitrogen and Carbon Dioxide-in-Air Standards: Revision of 1999 (with Addendum). SIO Reference Series No. 01-11.
- 3) Steininger MK (2000) Satellite estimation of tropical secondary forest above-ground biomass: data from Brazil and Bolivia. Int J Remote Sens 21: 1139-1157.
- 4) Lu D (2005) Above-ground biomass estimation using Landsat TM data in the Brazilian Amazon. International J Remot Sens 26: 2509-2525.
- 5) Yesserie, A. G. (2009) Spatio-Temporal Land Use/Land Cover Changes Analysis and Monitoring in the Valencia Municipality, Spain (p. 69). Dissertation for Award of MSc Degree, Castellón: Universitat Jaume I.

### Иллюстрации

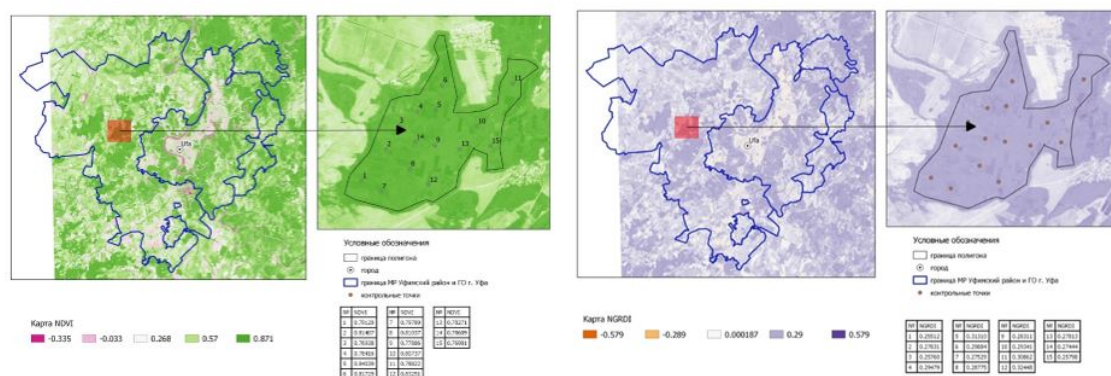
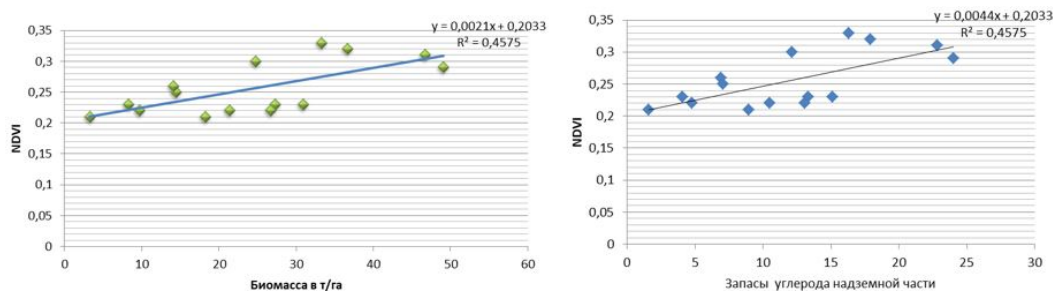
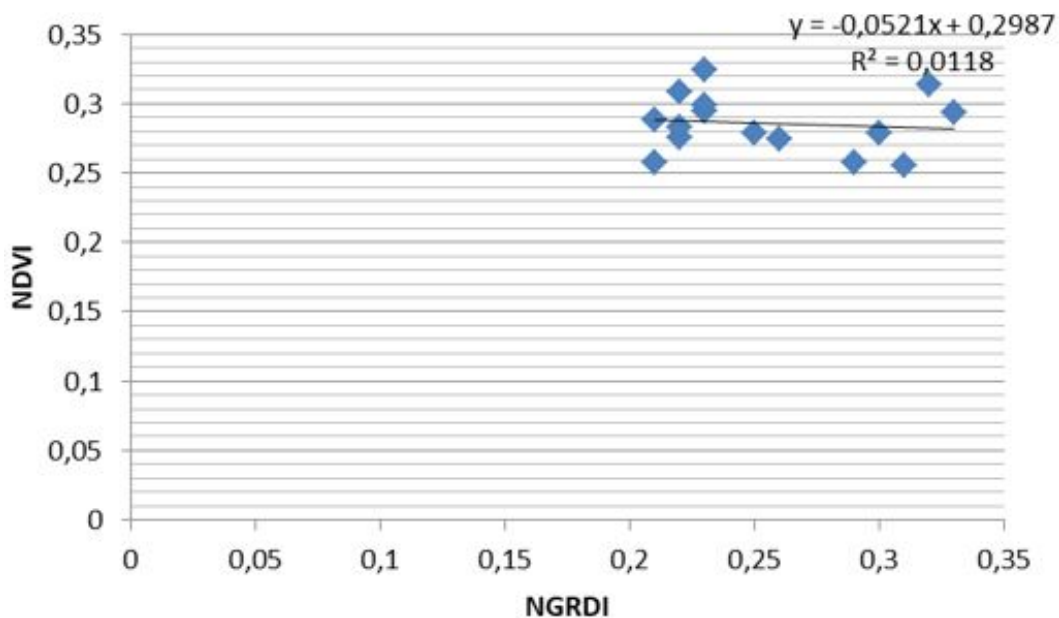


Рис. 1. Рис. 1. Карта NDVI и карта NGRDI исследуемой территории



**Рис. 2.** Рис. 2. График рассеяния нормализованного разностного индекса растительности (NDVI) и биомассы и график рассеяния нормализованного разностного индекса растительности (NDVI) и запасов углерода надземной части



**Рис. 3.** Рис. 3. График рассеяния нормализованного разностного индекса растительности (NDVI) и NGRDI