

## ОЦЕНКА ВЕГЕТАЦИОННОГО ИНДЕКСА РАСТИТЕЛЬНОСТИ NDVI ПРИМЕНЕНИЕМ БПЛА

*Даманский Роман Викторович, научный сотрудник отдела механизации и экономических исследований», E-mail: [damanskiy@anc55.ru](mailto:damanskiy@anc55.ru)*

*Шмидт Андрей Николаевич, научный сотрудник отдела механизации и экономических исследований E-mail: [shmidt@anc55.ru](mailto:shmidt@anc55.ru)*

*ФГБНУ «Омский аграрный научный центр*

***Аннотация.** В статье приведены результаты оценки вегетационного индекса растительности NDVI посредством применения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Приведена методика оценки вегетационного индекса NDVI, заключающаяся в определении индекса растительности по дискретной шкале на основе снимков, полученных с БПЛА. Результаты проведенного анализа индекса растительности позволяют своевременно принять меры по предотвращению возникновения факторов, деструктурирующих развитие выращиваемых культур.*

***Ключевые слова:** БПЛА, индекс NDVI, информационные технологии, программное обеспечение (ПО), вегетационный индекс растительности.*

**Введение.** Применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) позволяет организовать качественный процесс мониторинга при возделывании зерновых культур. При этом появляется возможность проведения оценки динамики роста и развития растений с предотвращением факторов, влияющих на снижение стабильности развития и качества производства при сравнительно низких затратах на выполнение мониторинга и процесса анализа [1]. Принятие мер по защите выращиваемых культур в области растениеводства АПК позволит обеспечить высокое качество производства при сравнительно невысоких затратах [2].

**Цель.** Применить разработанную методику для проведения оценки нормализованного относительного индекса растительности (индекса NDVI) с последующим анализом динамики развития растительности выращиваемых культур, по результатам которой следует принять меры по предотвращению возникновения заболеваний, вредителей или сорной растительности.

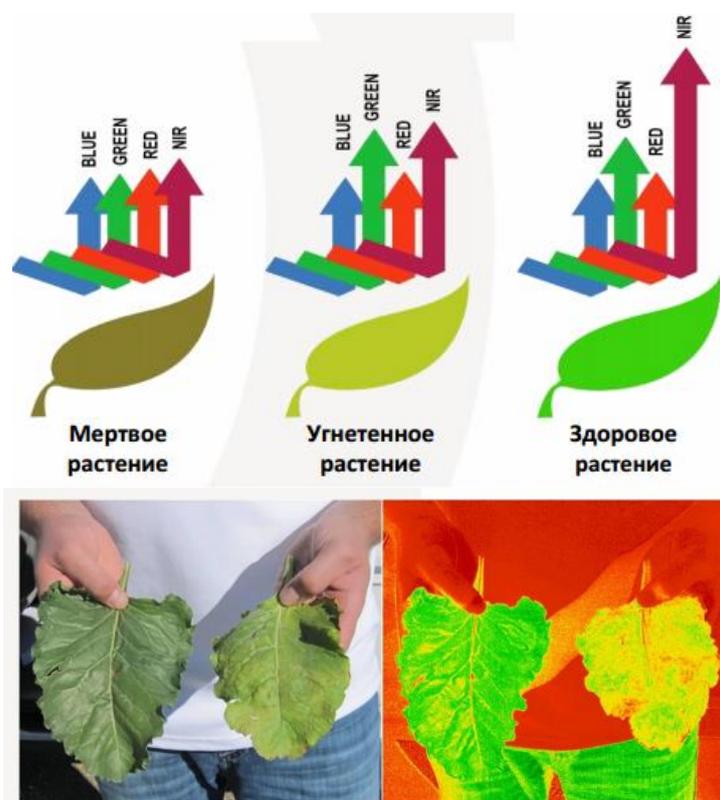
**Материалы и методы.** С целью улучшения качества и производительности в области растениеводства, для повышения урожайности выращиваемых агрокультур с сохранением номинальных затрат, было изучено применение БПЛА. Основной задачей являлось мониторинг и контроль состояния выращиваемых культур для предупреждения сорных растений и предотвращения возникновения вредителей и болезней. Выполнение поставленной задачи осуществлялось посредством применения БПЛА, снабженным аппаратурой с фоточувствительными датчиками нормализованного относительного индекса растительности – NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), позволяющих

фиксировать изображение поверхности возделываемых культур, и выполнять обработку полученного изображения посредством программного обеспечения (ПО) для определения NDVI. Одним из таких ПО является Agisoft Photoscan. Оценка индекса растительности NDVI выполняется как в режиме реального времени, так и с сохранённым отчётом при работе оператора на ПК. Принцип работы определения индекса NDVI заключается в следующем: Вычисление индекса растительности NDVI производится исходя из разности значений отражения в ближнем инфракрасном и красном областях спектра и деленная на их сумму, по известной зависимости (1) [1,3]:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (1)$$

где NIR = яркость объектов зоны спектра в диапазоне волн ИК;

RED = яркость объектов зоны спектра в диапазоне волн красном.



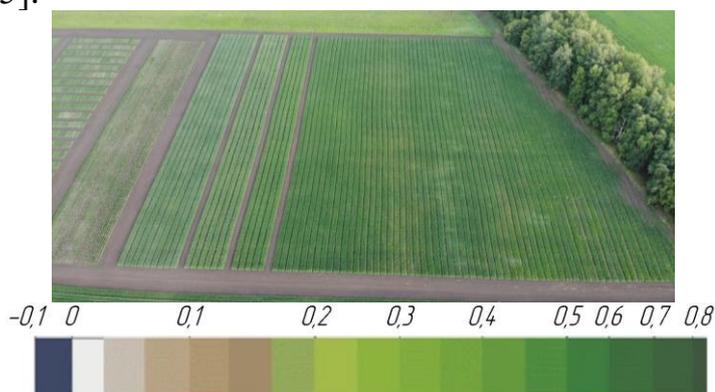
**Рисунок 1 – Отражение яркости объектов зоны спектра в диапазоне волн красном и ИК**

При фиксации отражающегося луча солнца, свет с поверхности растительности попадает на светочувствительные датчики, которые в свою очередь поглощают электромагнитные волны диапазона красного и отражают волны диапазона инфракрасного, в зависимости от площади и цвета листьев растительности, выращиваемых культур (Рисунок 1).

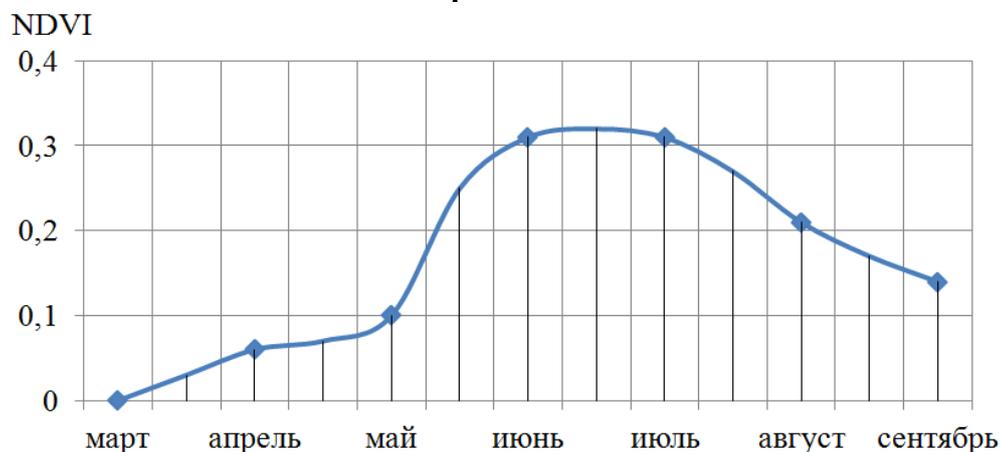
Для проведения исследований определения индекса растительности NDVI был выбран участок поля, на котором возделывали пивоваренный ячмень. Исследование проводили в 2022 году.

Методика исследований заключалась в следующем [4]: Подготовка квадрокоптера модели типа DJI Mavic AIR. Подготовка и калибровка монтированной в БПЛА фотоаппаратуры со встроенными фоточувствительными

датчиками индекса растительности NDVI. Выполнение облёта БПЛА с фотофиксацией выбранного периметра участка растительности. (Осуществление контроля выбранного участка поля проводилось с интервалом 25-30 уток с периода посева до сбора урожая). Анализ и составление отчёта динамики развития растительности выращиваемых культур. Облёт выбранного участка может проводиться как в ручном режиме, так и по ранее сохранённому треку навигации GPS, в зависимости от возможности беспилотного аппарата. Полученные снимки при фотофиксации растительности с интервалом 25-30 суток обрабатывали установленным на ПК программным обеспечением, позволяющим выполнять обработку и проводить анализ состояния растительности. Оценка индекса растительности NDVI выполнялась по дискретной шкале индекса растительности NDVI (Рисунок 2) [1,5]:



**Рисунок 2 – Дискретная шкала для оценки индекса растительности NDVI**



**Рисунок 3 – Результаты оценки вегетационного индекса NDVI выращиваемой культуры в сезон 2022 г.**

Анализ состояния растительности оценивается посредством отражающего от них света, длина волн которых находится в диапазонах:

- в ближнем красном (RED) диапазоне (с положительными факторами здоровья растительности, имеющих ярко-зелёный окрас);
- в ближнем инфракрасном (IR) диапазоне (пожелтевшие и омертвевшие листья).

Проведённый анализ динамики развития растительности позволил получить ряд данных [6]:

- состояние выращиваемых культур;

- недостаток / избыток влаги;
- повреждение растительности заболеваниями / вредителями;
- увеличение засоренности.

Проведённый анализ индекса растительности позволил провести качественную оценку динамики развития выращиваемых культур, результаты которой позволили принять меры по предотвращению возникновения заболеваний, вредителей или сорной растительности (Рисунок 3).

**Результаты и их обсуждения.** Проведенные исследования оценки вегетационного индекса позволили провести анализ динамики развития выращиваемой культуры пивоваренного ячменя (Рисунок 3), по которым был определён индекс растительности NDVI согласно шкале (Рисунок 1), где был установлен диапазон индекса:

| Вегетационный индекс NDVI | Тип и состояние растительности                      |
|---------------------------|---|
| NDVI < 0,1                | - чистое поле (пар)                                 |
| NDVI 0,1 - 0,3            | - выращиваемые культуры на этапе всходов            |
| NDVI 0,3 – 0,4            | - здоровая растительность, не имеющая разреженность |
| NDVI 0,5 - 0,7            | - лесная растительность                             |

#### **Заключение:**

1. Согласно методике исследования нормализованного относительного индекса растительности (индекса NDVI), были проведены исследования динамики развития растительности выращиваемых культур.

2. Выполнена качественная оценка индекса растительности NDVI по дискретной шкале (Рисунок 2).

3. По результатам выполненной оценки индекса растительности были предприняты меры для предотвращения возникновения заболеваний растений, вредителей или сорной растительности.

Дальнейшие исследования оценки динамики развития растительности выращиваемых культур посредством шкалы индекса растительности NDVI могут быть направлены на повышение сравнительного анализа урожайности выращиваемых зерновых и зернобобовых культур.

#### **Библиографический список**

1. Современные цифровые технологии в растениеводстве АПК Омской области / М. С. Чекусов, А. А. Кем, Е. М. Михальцов [и др.] // Инновационные технологии в АПК, как фактор развития науки в современных условиях : Сборник VI Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения доктора технических наук, профессора Станислава Антоновича Корниловича (9 декабря 1931 г. - 25 октября 2020 г.), Омск, 18 ноября 2021 года. – Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2021. – С. 180-185. – EDN RBEGDJ.

2. Мелиорация в климатических условиях Омской области / Д. Е. Кузьмин, В. В. Мяло, А. С. Союнов, А. Ю. Головин // Каталог научных и инновационных

разработок ФГБОУ ВО Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина : сборник материалов по итогам научно-исследовательской деятельности. – Омск : Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2021. – С. 249-252. – EDN VUDDGR.

3. Навигационные системы в АПК / Д. Е. Кузьмин, А. С. Союнов, А. Н. Шмидт, С. Н. Болтовский // Каталог научных и инновационных разработок ФГБОУ ВО Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина : сборник материалов по итогам научно-исследовательской деятельности. – Омск : Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2021. – С. 297-300. – EDN AFUOFW.

4. Тенденции автоматизации сельскохозяйственной отрасли / Р. Р. Тупенов, Т. М. Бакулин, Т. Е. Дюсенов, А. С. Союнов // Научное и техническое обеспечение АПК, состояние и перспективы развития : сборник IV Международной научно-практической конференции, Омск, 15 апреля 2020 года. – Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2020. – С. 297-301. – EDN PННUIH.

5. Возделывание пшеницы в зависимости от способа посева и внесения азотных удобрений / М. С. Чекусов, А. А. Кем, Е. М. Михальцов [и др.] // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2022. – Т. 52. – № 1. – С. 90-99. – DOI 10.26898/0370-8799-2022-1-10. – EDN HМJWBN.

6. Михальцов, Е. М. О повышении эффективности эксплуатации тракторов в сельском хозяйстве / Е. М. Михальцов, Р. В. Даманский // Перспективные технологии в аграрном производстве: человек, "цифра", окружающая среда (AgroProd 2021) : Материалы международной научно-практической конференции, Омск, 28 июля 2021 года. – Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2021. – С. 317-321. – EDN GBYBVV.

7. Вклад студентов в развитие аграрной науки : Сборник статей студенческой научно-практической конференции, Москва, 31 октября 2018 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2018. – 134 с. – ISBN 978-5-9675-1702-0. – EDN YTLELB.

8. Вклад студентов в развитие аграрной науки : Сборник статей студенческой научно-практической конференции, Москва, 30 октября 2019 года. – Москва: Редакция журнала "Механизация и электрификация сельского хозяйства", 2019. – 170 с. – EDN WFMJGQ.