

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ АНАЛИЗ ВЕГЕТАЦИОННОГО ИНДЕКСА NDVI ПОСЕВА ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ НА ТЕРРИТОРИИ ОПЫТНЫХ ПОЛЕЙ РГАУ-МСХА им. К.А.ТИМИРЯЗЕВА

Т.Б. Лемешко

Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева, г. Москва
tatilemeshko@gmail.com

Аннотация. В статье представлен анализ посева озимой тритикале при помощи спутниковых данных сервиса PlanetScore за вегетационный период 2017 года. В качестве объекта исследования рассматривается посев озимой тритикале, на котором выращиваются два сорта: Тимирязевская 150 и Валентин. На данном поле проводится опыт с азотными подкормками. В работе поставлены следующие задачи: выполнить обработку в программе ArcGIS спутниковых данных сервиса PlanetScore, создать модель обработки аэрокосмического снимка с помощью инструментов ModelBuilder, провести пространственно-временной анализ посева озимой тритикале с помощью средств ArcGIS (расчет вегетационного индекса NDVI – биомасса, интерполяция) и построить временные ряды в MS Excel. В статье представлен алгоритм геообработки данных, результаты работы, выводы и последующие исследования. Нормализованный индекс биомассы позволяет проводить качественную и количественную оценку объема биомассы, оценивать интенсивности вегетации растений. Данные PlanetScore позволяют выполнять зонирование полей по степени неоднородности состояния посевов, что важно при оперативном планировании агротехнологических мероприятий, таких как внесения азотных подкормок или проведение фитосанитарного обследования.

Ключевые слова: озимая тритикале, спутниковые снимки, данные, вегетационный индекс NDVI, интерполяция.

Введение

Благодаря современным технологиям дистанционного зондирования Земли, постоянно расширяются потенциальные возможности оперативной оценки состояния сельскохозяйственных посевов. Сегодня важными задачами являются своевременное установление локальных пространственных аномалий в распределении посевов (в масштабе отдельного поля), особенно в период вегетации, а также пространственно-временной анализ, идентификация сельскохозяйственных культур по данным спутниковых снимков. Своевременное решение этих задач должно способствовать оптимизации использования земельных ресурсов на полях, а в технологическом смысле – научному обоснованию применения материалов дистанционного зондирования в сельскохозяйственной деятельности [1].

Целью данной статьи является пространственно-временной анализ посева озимой тритикале по данным спутниковых снимков и полевых материалов.

Объект исследования – посев озимой тритикале 2017 года на опытных полях РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

В процессе обработки и анализа материалов применен метод интерполяции. Основа программного обеспечения – программа ArcGIS.

Основными источниками информации послужили снимки космических спутников и полевые дан-

ные опытной полевой станции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

Для выполнения поставленной цели рассматривались следующие задачи:

1. Обработка в программе ArcGIS спутниковых данных сервиса PlanetScore за вегетационный период 2017 года;
2. Расчет вегетационного индекса NDVI (биомасса);
3. Выполнение интерполяции по датам вегетации;
4. Анализ полученных результатов.

Основная часть

Современные технологии дистанционного зондирования и ГИС необходимы для проведения полевого обследования в РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева [2, 3].

В данной исследовательской работе проведен анализ опытного поля (участка озимой тритикале) РГАУ-МСХА. Данные для исследования получены группировкой спутников ДЗЗ PlanetScore.

Технические характеристики группировки:

1. Пространственное разрешение – 3 м
2. Периодичность съемки – 1 сутки
3. Число спутников – более 200
4. Спектральный диапазон, мкм:
 - 0,455–0,515 (синий);
 - 0,50–0,59 (зеленый);
 - 0,59–0,67 (красный);
 - 0,78–0,86 (ближний ИК).

Снимки PlanetScope могут быть эффективно использованы для мониторинга роста и развития посевов сельскохозяйственных культур. Высокая частота съемки позволяет отслеживать даже самые незначительные изменения фотосинтетически активной зелёной биомассы.

В качестве объекта исследования выбран участок озимой тритикале (рис. 1): участок III.10 (озимая тритикале, сорт «Тимирязевская 150» и «Валентин»), опыт с дозами азотных удобрений.



Рис. 1 – Скриншот полигона озимой тритикале

Алгоритм геообработки данных состоял из:

1. Добавления исходных данных, базовой карты, создания шейп-файла (тип объекта площадной – полигон), выделения участка (поля) в программе ArcGIS. Шейп-файл содержит полигон, очерчивающий границы поля озимой тритикале.

Шейп-файл – формат для хранения геометрического местоположения и атрибутивной информации географических объектов. Географические объекты могут быть представлены точками, линиями или полигонами (площадями). Shape-файл – векторный формат для хранения объектов, описываемых геометрией и сопутствующими атрибутами.

2. Создания модели обработки аэрокосмического снимка с помощью инструментов ModelBuilder в программе ArcGIS.

3. Разделение поля на делянки (участки).

4. Проведения пространственно – временного анализа с помощью средств ArcGIS (расчет вегетационного индекса NDVI – биомасса, интерполяция) и построения временных рядов в MS Excel.

Озимая тритикале как объект исследования.

Тритикале – гибрид ржи и пшеницы. На полях Тимирязевки выращивают разные сорта (образцы) озимой тритикале, которые имеют высокую урожайность зерна, высокую устойчивость к полеганию, высокую зимостойкость, относительную устойчивость к снежной плесени [4].

Одновременно с созданием и оценкой перспективных сортов в Тимирязевке ведется разработка оптимальных технологий их возделывания. Основные направления усовершенствования сортовых технологий связаны с оптимизацией азотного питания растений тритикале на разных этапах онтогенеза, подбором эффективных средств защиты, применением регуляторов роста для повышения урожайности и качества зерна. В связи с этим для исследования сортов озимой тритикале необходим пространственно-временной анализ вегетационных индексов посевов с использованием данных космических снимков. Данный анализ

поможет в научных исследованиях и принятии решений относительно биологических особенностей зерновой культуры, проведения мониторинга смен фаз, состояния зерновой культуры, ее урожайности.

Результаты

1. В ходе исследования создана модель обработки космических снимков с помощью инструментов ArcGIS – ModelBuilder (рис. 2), шейп-файл с именем «tritikale.shp».

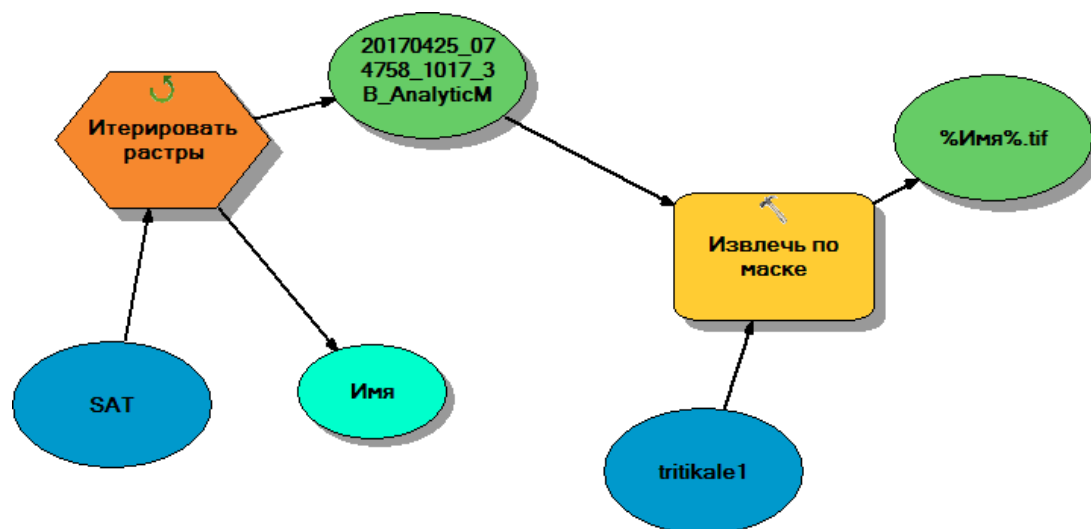


Рис. 2 – Скриншот модели обработки спутниковых данных

2. Расчет вегетационного индекса NDVI

В данной работе для посева тритикале рассчитан вегетационный индекс NDVI – индекс растительности, количественный показатель количества фотосинтетически активной биомассы.

NDVI рассчитан вручную с помощью инструмента «Калькулятор раstra» в Spatial Analyst. В ArcGIS уравнение расчета NDVI, используемое для создания выходных данных, выглядит следующим образом:

$$NDVI = \text{float} (NIR - RED) / \text{float} (NIR + RED)).$$

Для оценки NDVI по датам вегетационного периода за 2017 год использованы данные 3-го и 4-го каналов съемки, соответствующие ближней инфракрасной и красной зонам спектра. Даты съемок: с конца апреля до середины августа. По NDVI определялась густота культуры, разреженность, интенсивность окраски растения.

В таблице 1 представлен результат выполненных операций в специально подобранной цветовой шкале на поле озимой тритикале, где выращивается сорт Тимирязевская 150 и Валентин. На данном поле проводится опыт с азотными подкормками.

На данном поле выращиваются два сорта озимой тритикале: Тимирязевская 150 (слева) и Валентин (справа). Для апреля NDVI имеет значение 0,3 %, что соответствует разреженной растительности, в июле

значение увеличивается до 0,6 %, что характерно для более густой растительности, интенсивной окраски листьев. Пестрота связана с дозами внесения удобрений и сортовыми особенностями культуры. Достаточные дозы удобрений увеличивают интенсивность окраски листьев растения (сорта) и повышают NDVI. Существует зависимость значений вегетационного значения индекса NDVI от внесения удобрений при посеве. Наибольшие различия в значениях NDVI у всех культур наблюдаются в период максимального прироста биомассы (для зерновых культур – стадия трубкования-колошения).

Таким образом, в данном исследовании выполнен расчет вегетационного индекса NDVI посева озимой тритикале.

На значения индекса NDVI влияет атмосферная коррекция, видовой состав растительности, ее сомкнутость, состояние, экспозиция и угол наклона поверхности, цвет почвы под разреженной растительностью.

3. Пространственный анализ растровых данных: интерполяция позволяет построить растровое изображение, значения пикселей которого являются оценочными значениями, полученными на основе данных точек (выборка точек). Результаты интерполяции представлены в таблице 2.

Таблица 1
NDVI на поле с озимой тритикале. Сорт: Тимирязевская 150 (слева) и Валентин (справа)

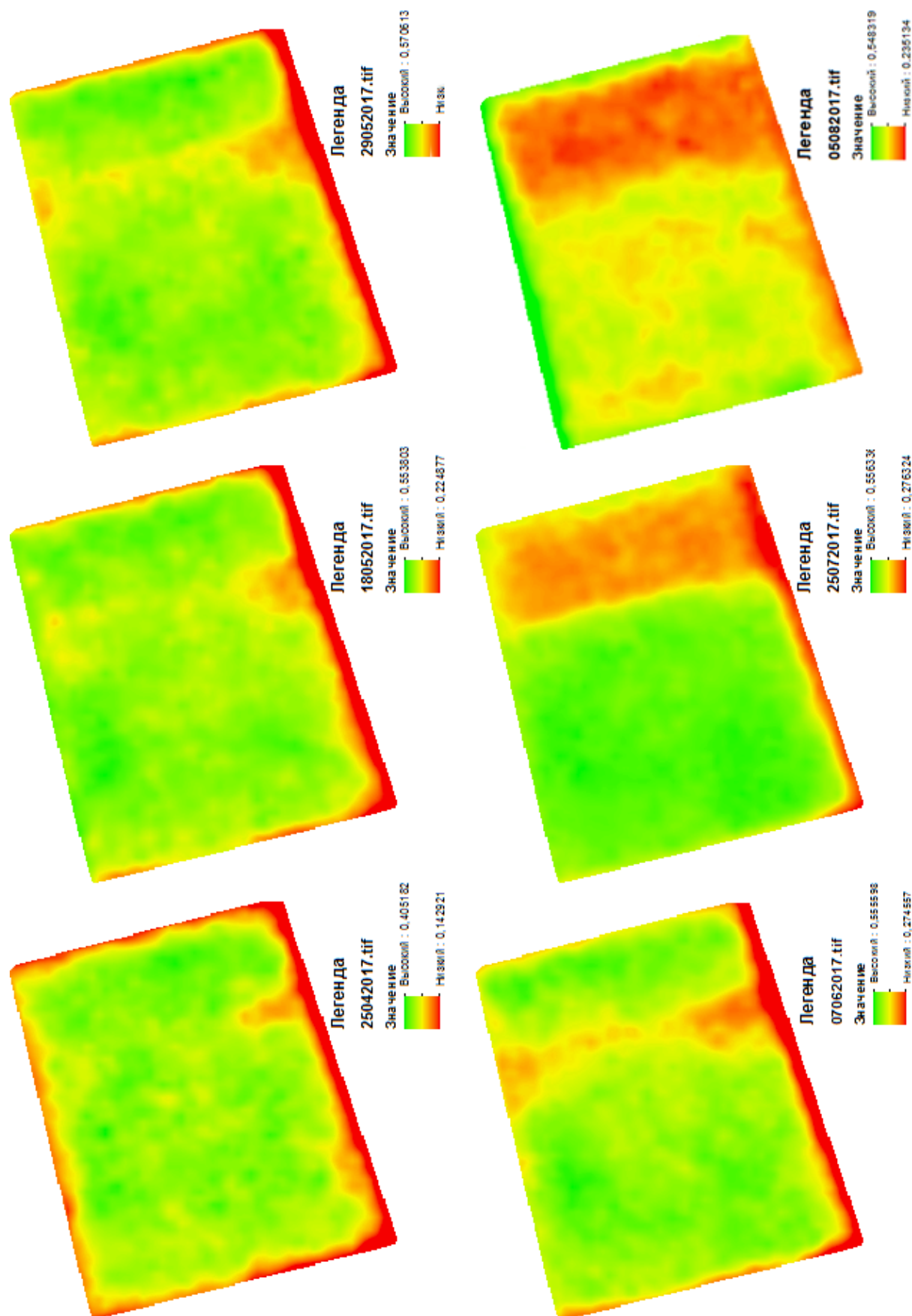
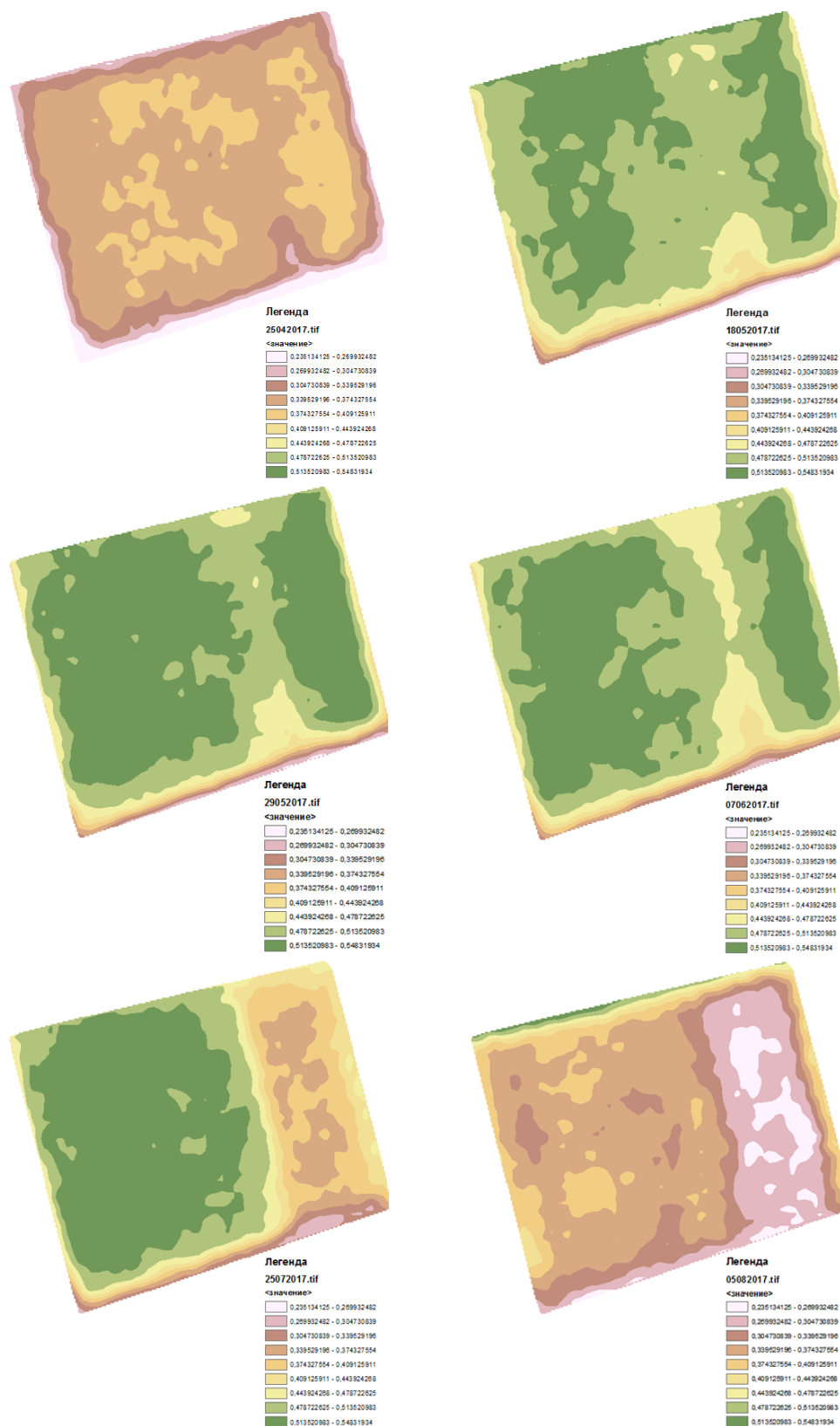


Таблица 2
Интерполяция по датам вегетации



По данным интерполяции можно сказать, что разные дозы удобрений влияют на созревание растений, их окраску и сортовые особенности. Тими-

рязевская 150 показывает другую окраску и пестроту – более зеленая. Валентин более светлый и показывает менее яркую окраску.

Для дальнейшего исследования поле озимой тритикале разделено на две делянки, которые показаны

на рисунке 3. В первой делянке (слева) – сорт Тимирязевская 150, справа – сорт Валентин.

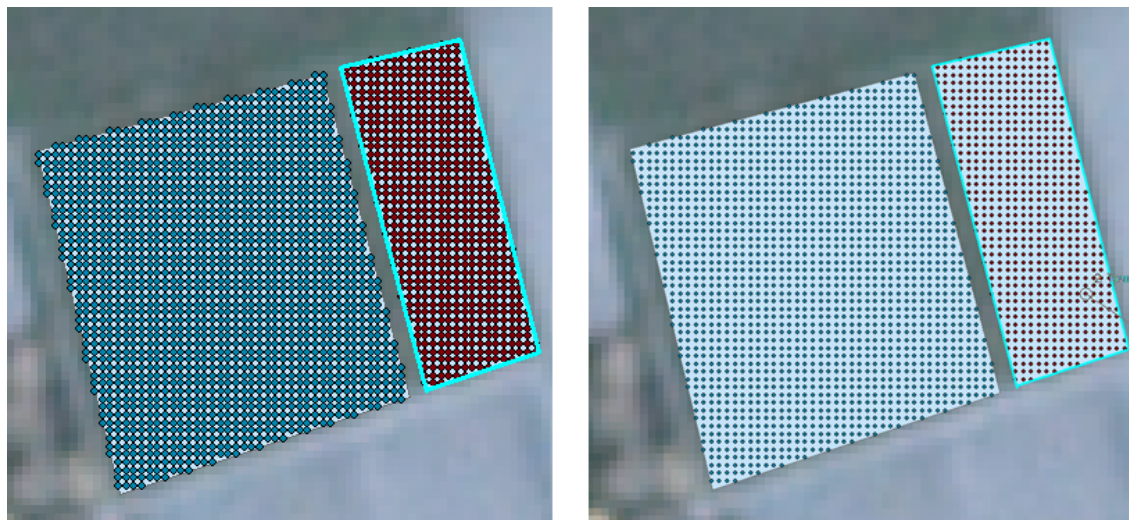


Рис. 3. Скриншот результатов инструмента «Вырезание». Разделение на делянки

По двум делянкам были получены атрибутивные таблицы, которые конвертированы в табличный процессор MS Excel, где получена описательная статистика индекса – среднее значение, среднеквадратическое отклонение, среднее по профилю, коэффи-

циент вариации. Такие расчеты произведены на все даты съемок. На их основе исследуется динамика того или иного статистического показателя. В данной статье отображено среднее значение вегетационного индекса NDVI (рис. 4, 5)

Среднее значение вегетационного индекса
NDVI сорта озимой тритикале – Валентин



Рис. 4 – график средних значений вегетационного индекса NDVI

Среднее значение вегетационного индекса NDVI
сорта озимой тритикале – Тимирязевская 150



Рис. 5 – график средних значений вегетационного индекса NDVI

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В *практическом аспекте* актуальность работы связана с достижением нового уровня информационного обеспечения полевой опытной станции, базирующегося на материалах дистанционного зондирования Земли и ГИС-технологиях.

Проведенные исследования наглядно продемонстрировали возможность использования ГИС-пакета ArcGIS для обработки данных дистанционного зондирования Земли, в том числе для вычисления и анализа вегетационного индекса NDVI, важнейшей областью применения которого остается опре-

деление состояния посевов сельскохозяйственных культур.

Последующие исследования:

- Идентификация образцов (сортов) озимой тритикале в пределах одного поля (делянки), определение состояния их характеристик с учетом продолжительности межфазных этапов и длины вегетационного периода.
- Проведение геостатистики посева озимой тритикале.
- Создание базы геоданных мониторинга посева озимой тритикале.

Список литературы

1. Лемешко Т.Б. Возможности геоинформационных систем и дистанционного зондирования в растениеводстве и лесоводстве/ В сборнике: Экология. Экономика. Информатика сборник статей: в 2-х томах. Институт аридных зон, Южный научный центр РАН, Южный федеральный университет. Ростов-на-Дону, 2016. С. 303–312.
2. Лемешко Т.Б. Эффективность сельского хозяйства при поддержке ГИС-технологии и ДЗЗ/ Экология. Экономика. Информатика. Серия: Геоинформационные технологии и космический мониторинг. 2017. Т. 2. № 2. С. 198–207.
3. Лемешко Т.Б. Технологии геоинформационных систем и дистанционного зондирования в растениеводстве/ Доклады Тимирязевской сельскохозяйственной академии (см. в книгах). 2017. № 289–4. С. 152–154.
4. Селекция озимой тритикале в РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева: история, особенности, достижения В.С. Рубец, В.Н. Игонин, В.В. Пыльнев (РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева/ Известия ТСХА, выпуск 1, 2014 год.

**SPATIAL-TEMPORAL ANALYSIS OF VEGETATION INDEX NDVI
PLANTING WINTER TRITICALE ON THE TERRITORY
OF THE EXPERIMENTAL FIELD OF THE RUSSIAN STATE
AGRARIAN UNIVERSITY – MTAA NAMED AFTER K.A. TIMIRYAEV**

T.B. Leshenko

Russian State Agrarian University – MTAA Timiryazev, Moscow, Russia
tatilemeshko@gmail.com

Abstract The article presents the analysis of winter triticale sowing with the help of satellite data of the PlanetScope service for the vegetation period of 2017. As an object of research is considered sowing winter triticale, which are grown two varieties: Timiryazevskaya 150 and Valentine. On this field experience with nitrogen fertilizing is carried out. The following tasks are set in the work: to perform processing in the ArcGIS program of satellite data of the PlanetScope service, to create a model of aerospace image processing using the ModelBuilder tools, to conduct a spatial and temporal analysis of winter triticale sowing using ArcGIS tools (calculation of the NDVI vegetation index-biomass, interpolation) and to build time series in MS Excel. The article presents the algorithm of geoprocessing data, the results of work, conclusions and subsequent studies. Normalized biomass index allows to carry out qualitative and quantitative assessment of biomass, to estimate the intensity of vegetation. Data from PlanetScope allow zoning of fields according to the degree of heterogeneity of the state of crops, which is important in the operational planning of agricultural technological activities, such as the introduction of nitrogen fertilizing or phytosanitary examination.

Key words: winter triticale, satellite images, data, NDVI vegetation index, interpolation.

References

1. *Leshenko T.B.* possibilities of geoinformation systems and remote sensing in crop and forestry/ in the collection: Ecology. Economy. Computer science a collection of articles: in 2 volumes. Institute of arid zones, southern scientific center of RAS, southern Federal University. Rostov-on-don, 2016. P. 303–312.
2. *Leshenko T.B.* efficiency of agriculture with the support of GIS technology and remote sensing/ Ecology. Economy. Informatics. Series: Geoinformation technologies and space monitoring. 2017. Vol.2. No. 2. P. 198–207.
3. *Leshenko T.B.* technologies of geoinformation systems and remote sensing in crop production/ reports of Timiryazev agricultural Academy (see in books). 2017. No. 289–4. P. 152–154.
4. Breeding winter triticale in Russian state agrarian University-MTAA named after K.A. Timiryazev: history, characteristics, achievements B.C. Tripe, V.N. Igonin, V.V. Pylnev (Russian state agrarian University-MTAA named after K.A. Timiryazev/ Izvestiya tsksa, issue 1, 2014.