

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра геоморфологии и геоэкологии

**Использование геоинформационных технологий для анализа
земель сельскохозяйственного назначения
(на примере Краснокутского района Саратовской области)**

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 2 курса 246 группы

направления 05.04.06 Экология и природопользование

 географического факультета

 Ворониной Екатерины Андреевны

Научный руководитель

 доцент, к.г.н., доцент

должность, уч. степень, уч. звание

Зав. кафедрой

 к.с-х.н., доцент

должность, уч. степень, уч. звание

 Н.В. Пичугина

инициалы, фамилия

 В.А. Гусев

инициалы, фамилия

Введение. Саратовская область относится к аграрным регионам России. Около 89% территории Краснокутского муниципального района, расположенного в степной зоне на юге Саратовского Заволжья, занимают сельскохозяйственные угодья. Примерно 79% от площади района приходится на пашню, что может провоцировать, например, развитие овражной эрозии. В этих условиях необходима организация эффективного мониторинга за состоянием земель, в том числе с привлечением данных дистанционного зондирования Земли и современных методов их обработки и анализа.

Цель работы: определить показатели, которые можно использовать с помощью геоинформационных технологий для анализа территорий (в том числе сельскохозяйственного назначения) и отдельных компонентов (объектов), и применить их на примере Краснокутского района.

Основные задачи:

- по опубликованным источникам составить физико-географическую характеристику Краснокутского района;
- описать структуру функционального использования территории Краснокутского района;
- определить и рассчитать показатели, которые можно использовать для анализа территории Краснокутского района, и отобразить полученные результаты с помощью геоинформационного картографирования.

Научная новизна: На территорию Краснокутского района составлены карты, отражающие степень распаханности, густоту овражно-балочного расчленения, нормализованный индекс растительности, вегетационные индексы по содержанию влаги и углерода.

Методы исследования: сравнительно-географический метод, метод геоинформационного картографирования. Карты создавались на основе программного обеспечения (MapInfo Pro 17.0, Arcgis 10.5, QGis 3.0 и др.), предоставленного лабораторией тематического картографирования и геоинформатики географического факультета СГУ.

Фактический материал: научные публикации (монографии, статьи, учебные пособия), картографические источники, в том числе космические снимки (USGS Earth Explorer серии Landsat 5 и Landsat 7 и др.), Интернет-ресурсы.

Основное положение работы, выносимое на защиту: Использование геоинформационных технологий при изучении территорий муниципальных районов: а) позволяет формировать электронную базу данных на значительный временной интервал; б) расширяет возможности для обработки и анализа космических снимков и других источников информации; в) позволяет представлять результаты исследования с помощью геоинформационного картографирования.

Структура и объём работы. Выпускная квалификационная работа состоит из введения, 3 разделов, заключения и списка использованных источников (48 наименований). Работа проиллюстрирована 8 таблицами и 17 рисунками, выполненными в виде карт. Общий объём составляет 58 страниц.

Основное содержание работы.

1 Физико-географическая характеристика исследуемой территории. Краснокутский муниципальный район (площадь – 2,9 тыс. км², численность населения – 33,4 тыс. чел. (Население Саратовской области... [Электронный ресурс])) находится на юге Саратовского Заволжья. В него входит 12 сельских муниципальных образований (Ждановское, Журавлевское, Дьяковское, Интернациональное, Комсомольское, Лавровское, Лебедевское, Логиновское, Первомайское, Усатовское, Чкаловское), 1 городское образование – г. Красный Кут (Население Саратовской области... [Электронный ресурс]).

На севере он граничит с Советским районом, на западе – с Ровенским, на северо-западе – с Энгельским, на востоке – с Фёдоровским и Питерским районами Саратовской области, а на юге – с Волгоградской областью (Учебно-краеведческий атлас..., 2013 [Карты]).

Рассматриваемая территория размещается на юго-востоке Восточно-Европейской платформы, имеющей наклон в сторону Прикаспийской впадины

(Учебно-краеведческий атлас..., 2013 [Карты]). Фундамент перекрыт осадочными породами палеозойского, мезозойского и кайнозойского возраста (Учебно-краеведческий атлас..., 2013 [Карты]). Крайний северо-запад и север Краснокутского района приурочен к Рязано-Саратовскому прогибу, а остальная территория находится в пределах Прикаспийской впадины, осложненной соляными куполами (Учебно-краеведческий атлас..., 2013 [Карты]).

Абсолютные высоты варьируют от 100-102 м в пределах отдельных останцов на крайнем севере и западе района до 50 м на юге и 29 м – в долине Еруслана (Саратовская область..., 2006 [Карта]). В северной части Краснокутского района есть газовые и нефтегазовые месторождения, вблизи долины Еруслана – месторождения песка и глины для производства кирпича (Учебно-краеведческий атлас..., 2013 [Карты]).

Краснокутский район относится к очень засушливой зоне, где за год выпадает 350 мм атмосферных осадков (из них 40-50% – за вегетационный период), годовая испаряемость составляет 900 мм, коэффициент увлажнения – 0,16 (С.И. Пряхина, Ю.А. Скляр, А.И. Заварзин, 2001). Значительная часть летних осадков носит ливневый характер. Во время вегетационного периода может фиксироваться до 75 дней с суховеями, которые характеризуются высокой температурой воздуха (до +35°C) и низкой относительной влажностью (до 35%) (Климат [Электронный ресурс]).

С северо-востока на юго-запад территорию Краснокутского района пересекает река Еруслан, являющаяся левым притоком Волги. Левыми притоками Еруслана являются Яма, Жидкая Солянка и Солёная Куба, а правыми притоками – Гашон и Бизюк (Саратовская область..., 2006 [Карта]).

К долине Еруслана приурочено два водохранилища – Лебедевское и Ахматско-Лавровское. Северо-западную часть Краснокутского района дренирует река Нахой (левый приток реки Большой Караман), а восточную часть – река Таловка (правый приток реки Малый Узень) (Саратовская область..., 2006 [Карта]).

На территории Краснокутского муниципального района (МР) представлены ландшафты типичной степи с типчаково-ковыльными ассоциациями на темно-каштановых почвах (23,9% от площади МР) и ландшафты южной степи с полынно-типчаково-ковыльными сообществами на каштановых почвах (64,7%) (Схема территориального планирования..., 2007; Н.В. Пичугина, Е.А. Воронина, 2017).

2 Функциональная структура территории Краснокутского района.

Освоенное человеком пространство состоит из природных и природно-антропогенных ландшафтов. Под функциональным зонированием территории понимается ее деление на геосистемы, предназначенные для выполнения определенных социально-экономических функций (В.А. Николаев, 2006, с. 174). Согласно В.З. Макарову с соавторами, функциональные зоны можно распределить в три группы: экологически положительные, экологически нейтральные и экологически отрицательные участки (В.З. Макаров, Б.А. Новаковский, А.Н. Чумаченко, 2002, с. 167).

В настоящее время на территории Краснокутского района в условиях типичной и южной степи получили распространение разнообразные виды хозяйственной деятельности, которые привели к формированию различных природно-антропогенных ландшафтов. К экологически положительным территориям и акваториям в Краснокутском районе можно отнести зеленые насаждения (6,4% от площади района), водные объекты (1,7%), сенокосы (0,6%), а также сохранившиеся степные и луговые участки, как правило, около водных объектов (4,7%). К экологически нейтральным территориям можно отнести сельскохозяйственные (пахотные угодья и пастбища), селитебные и рекреационные ландшафты. Экологически отрицательные территории (3,4% от площади муниципального района) включают земли, занятые транспортной инфраструктурой (0,4%), нефтегазовыми и газовыми месторождениями (2,6%) и промышленными объектами (0,4%).

3 Использование геоинформационного картографирования при изучении земель сельскохозяйственного назначения. В

сельскохозяйственное производство вовлечены не только пахотные, пастбищные и сенокосные угодья, сады и виноградники, но и лесонасаждения и водные объекты, а также объекты дорожной, социально-экономической и инженерно-технической инфраструктуры.

Для исследования сложной сельскохозяйственной отрасли используются различные методы, из которых для географов наиболее близок картографический метод. С 1990-х гг. этот метод обогатился геоинформационными технологиями, которые позволяют создавать географические информационные системы (ГИС) для территорий и объектов различных уровней. На начальном этапе исследования, как правило, создаются инвентаризационные карты, отражающие исходную ландшафтную структуру территории, ее административную принадлежность и современное функциональное использование. Кроме этого, параллельно с подобной работой происходит формирование комплекта тематических карт.

Построение следующей серии карт опирается на анализ, например, статистической информации, а также использование различных приемов для отображения полученных результатов. Определение площади пахотных угодий в муниципальных образованиях Краснокутского района проведено с использованием возможностей программы MapInfo. На рисунке 1 видно, что лишь два МО – городское образование Красный Кут и Дьяковское сельское образование – имеют коэффициент распаханности менее 0,5, в трех МО (Интернациональное, Усатовское, Чкаловское) он составляет 0,71-0,80, а в остальных превышает 0,81.

Таким образом, наибольшей распаханностью выделяются муниципальные образования, расположенные на северо-востоке Краснокутского района, а средний показатель по району достигает 0,76. Низкий уровень распаханности территории Дьяковского МО можно объяснить его приуроченностью к обширному песчаному массиву, большая часть которого входит в пределы памятника природы регионального значения «Дьяковский лес». С одной стороны, под распашку эти земли сложно использовать из-за песчаного и

супесчаного гранулометрического состава грунтов, с другой стороны, значительная часть территории имеет природоохранный статус и является элементом экологического каркаса территории. На пахотных угодьях, подверженных дефляции, рекомендуется иметь 4% (от площади пашни) защитных зеленых насаждений (А.А. Бунин, А.А. Зырянов, П.А. Мягкий и др., 2017, с. 36). Следует подчеркнуть, что коэффициент распаханности демонстрирует среднее значение, но не отражает особенности дифференциации внутри отдельного муниципального образования. Используя автоматизированное построение по сетке со стороной квадрата в 5 км, была создана карта, отражающая распределение степени распаханности по территории Краснокутского района (рисунок 2).

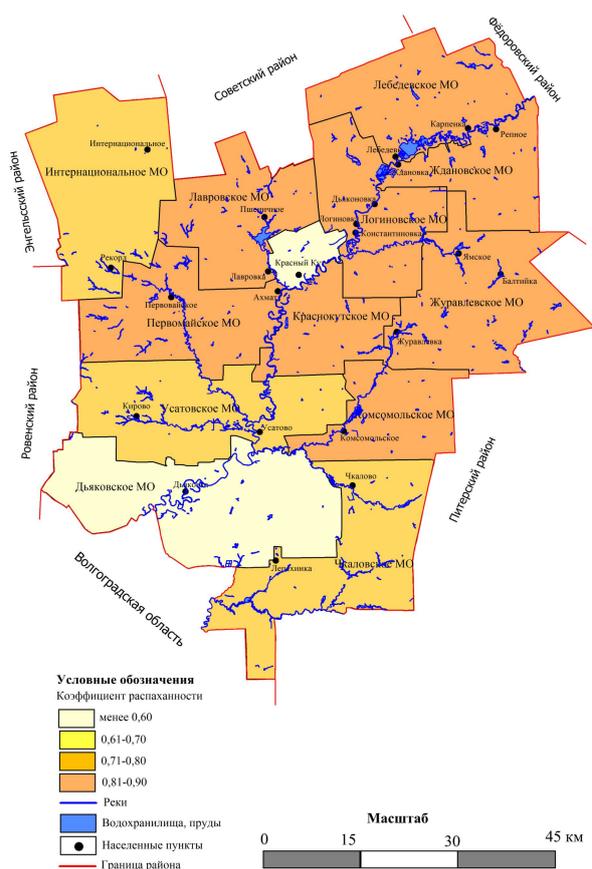


Рисунок 1 – Коэффициент распаханности территории муниципальных образований Краснокутского района

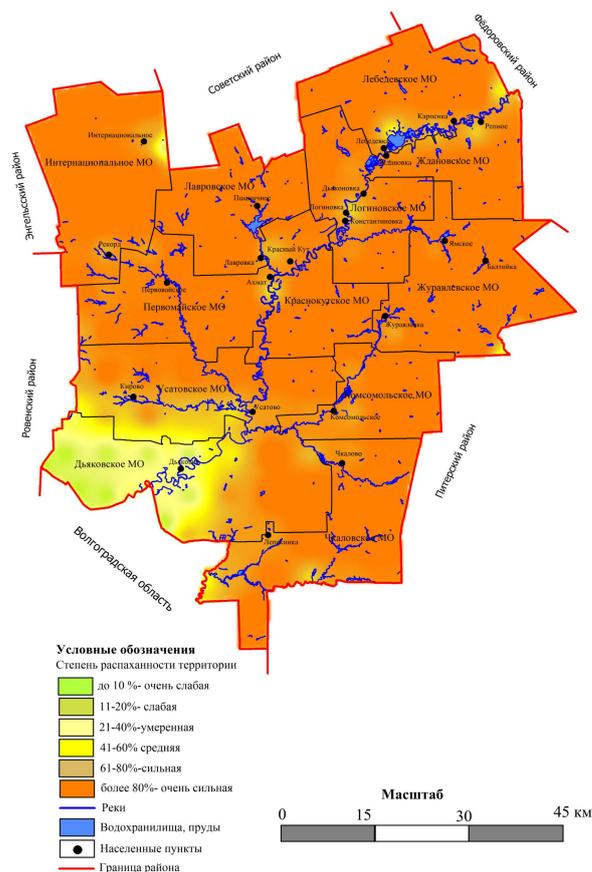


Рисунок 2 – Степень распаханности территории Краснокутского района

На рисунке 2 нашли отражение участки с очень слабой (менее 10%), слабой (11-20%) и умеренной (21-40%) степенью распаханности территории, что не могло быть представлено на рисунке 1. Большая часть этих участков сосредоточена в Дьяковском МО. Кроме этого, распаханность менее 40% появилась и в других муниципальных образованиях, при этом она приурочена, прежде всего, к водным объектам и к верховьям балок и оврагов. Доминируют же в Краснокутском районе территории, где степень распаханности сильная (61-80%) и очень сильная (более 80%).

При земледельческом использовании территории необходимо учитывать такие свойства рельефа, как уклоны поверхности и густоту овражно-балочной сети. Известно, что распашка земель крутизной 4-7° может способствовать усилению процессов плоскостного смыва и активизации линейной эрозии (В.А. Николаев, И.В. Копыл, В.В. Сысуев, 2008, с. 44). Земли, имеющие крутизну 8° и более, рассматривают как непригодные для массовой распашки (В.А. Николаев, И.В. Копыл, В.В. Сысуев, 2008, с. 44).

С помощью приложения Vertical Mapper к программе MapInfo Professional была создана карта углов наклона поверхности Краснокутского района. Согласно полученной карте, следует, что около 85% территории Краснокутского района характеризуется уклонами менее 1°, и 1,1% от площади района приходится на земли с крутизной более 5°. Участки с крутизной склонов 3-5° и более приурочены к берегам рек, к склонам балок и оврагов.

Плоские поверхности занимают более 80% территории в Интернациональном МО, а также в муниципальных образованиях, расположенных в левобережье Еруслана и в южной части Краснокутского района. Склоны же с крутизной более 3° составляют более 3% в Первомайском МО, 2-3% – в Лавровском МО, в остальных МО – менее 2%. Н.И. Гайворонская отмечает, что поверхности с уклонами более 5° характеризуются высоким геоморфологическим риском, т.е. выступают участками активизации оползневых, осыпных (Н.И. Гайворонская, 2013) и эрозионных процессов. Склоны с углом наклона 3-5° рассматриваются как территории со средним

геоморфологическим риском, а склоны с углом наклона 2-3° выделяются слабым геоморфологическим риском (Н.И. Гайворонская, 2013).

Для территории Краснокутского района в программе MapInfo с использованием космических снимков были созданы карты, отражающие овражно-балочную сеть в 2010 и 2019 гг. Затем территория района была условно разделена на учетные полигоны площадью 25 км². Для каждого полигона была рассчитана густота овражно-балочной сети. На основании этих данных созданы карты густоты овражно-балочной сети Краснокутского района в 2010 и 2019 гг. (рисунки 3 и 4).

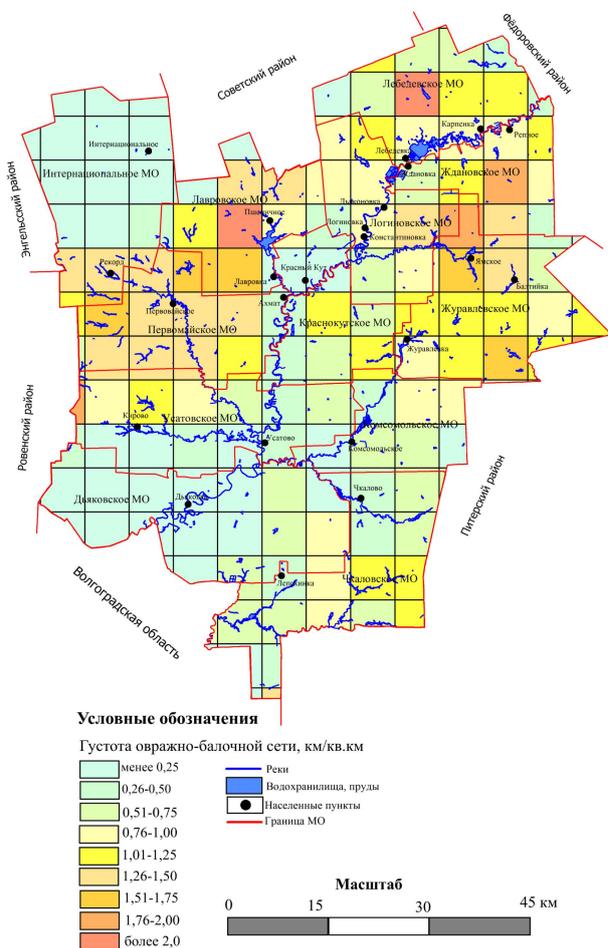


Рисунок 3 – Густота овражно-балочной сети на территории Краснокутского района в 2010 г.

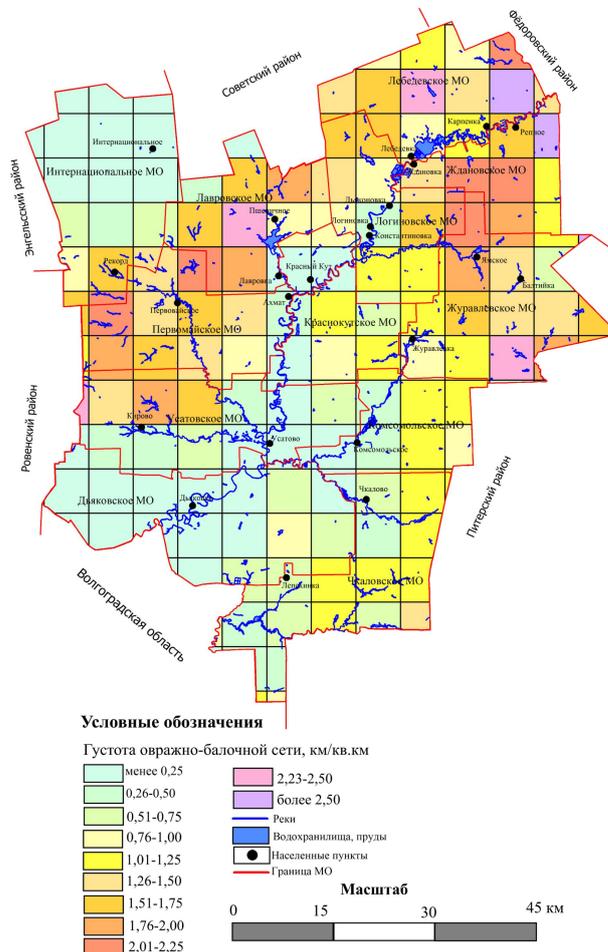


Рисунок 4 – Густота овражно-балочной сети на территории Краснокутского района в 2019 г.

По рисункам 3 и 4 в программе MapInfo проведены расчеты густоты овражно-балочной сети, в зависимости от полученных значений приняты следующие категории:

- 1 – территории с малым эрозионным расчленением или с его отсутствием (0,25 км/км² и менее);
- 2 – территории со слабым эрозионным расчленением (0,26-1,00 км/км²);
- 3 – территории со средним эрозионным расчленением (1,01-1,50 км/км²);
- 4 – территории с сильным эрозионным расчленением (1,51-2,25 км/км²);
- 5 – территории с очень сильным эрозионным расчленением (2,26-2,50 км/км² и более).

Густота овражно-балочного расчленения территории Краснокутского района изменяется от 0-0,25 до 2,28 км/км² в 2010 г. и до 3,07 км/км² в 2019 г. Площадь земель с отсутствием или малым проявлением овражно-балочной эрозии в 2019 г. уменьшилась на 2,1%, а земель со средним эрозионным расчленением – на 0,8%.

В 2019 г. существенно (на 13,9%) снизилась доля земель со слабым овражно-балочным расчленением, но на 12,7% возросла доля территории с сильным эрозионным расчленением. Появились участки (4,1%) с очень сильным овражно-балочным расчленением. Очень низкое эрозионное расчленение отмечается на юго-западе (Дьяковское МО) и на северо-западе (Интернациональное МО) района, а возрастает овражно-балочная расчлененность с запада на северо-восток и восток.

В целом же можно отметить, что в 2019 г. в Краснокутском районе земли с малым и слабым эрозионным расчленением занимали 50,1%, со средним расчленением – 25,2%, с сильным и очень сильным расчленением – 24,7%.

Важным элементом в сельскохозяйственном природопользовании является естественная и культурная растительность, для определения отдельных характеристик которой используют геоинформационные технологии. «Вегетационный индекс – это показатель, рассчитываемый в результате операций с различными спектральными диапазонами по материалам

дистанционного зондирования с целью определения параметров растительности в конкретном пикселе снимка» (Е.В. Митрофанов, И.В. Шашнев, Д.И. Бубненко, 2012, с. 119).

При изучении состояния растительности используют вегетационные индексы, определяемые с использованием спектральных каналов из диапазонов 0,6-0,7 мкм (красный) и 0,8-0,9 (ближний инфракрасный диапазон) (Е.В. Митрофанов, И.В. Шашнев, Д.И. Бубненко, 2012, с. 119). Это связано с тем, что в «...красной области спектра лежит максимум поглощения солнечной радиации хлорофиллом высших сосудистых растений, а в инфракрасной области находится область максимального отражения клеточных структур листа» (Е.В. Митрофанов, И.В. Шашнев, Д.И. Бубненко, 2012, с. 119).

Часто в исследованиях используется нормализованный индекс растительности (NDVI – Normalized Difference Vegetation Index), характеризующий количество фотосинтетически активной биомассы (Е.В. Митрофанов, И.В. Шашнев, Д.И. Бубненко, 2012, с. 120).

С 1973 г. индекс NDVI считают не как разность между инфракрасным и красным светом, а как отношение разности значений отражения в ближней инфракрасной области и красной области спектра к их сумме (И.А. Икенов, 2019, с. 488; Т.Н. Ковалева, Ф.Н. Лисецкий, 2012, с. 488). С этого времени индекс NDVI получил наименование «нормализованный» и рассматривается как показатель здоровья растения, когда здоровое растение активно поглощает красный свет и отражает инфракрасный свет (И.А. Икенов, 2019, с. 487-488). Были определены значения NDVI для территории Краснокутского района для мая, июня и августа 2019 г.

Значения индекса NDVI в пределах от -1 до 0 относятся к объектам «неживой» природы (вода, снег, здания, дороги и т.п.), интервал значений от 0 до +1 характеризует растения (И.А. Икенов, с. 488). Чем выше значение индекса NDVI, тем лучше состояние растительности (Е.В. Митрофанов, И.В. Шашнев, Д.И. Бубненко, 2012, с. 120).

Вегетационный индекс Canopy Water Content (CWC) применяется для определения содержания влаги в растительности, что важно учитывать при оценке пожароопасности на определенной территории (В.В. Столярова, А.В. Любимов, М.Г. Будник и др., 2019, с. 62).

Индекс отражения света среднего инфракрасного диапазона огрубевшим углеродом растительных тканей (PSRI) дает возможность учесть количество «сухого» углерода, который в большом объеме находится в древесине, в мертвых или сухих растительных тканях (Е.В. Митрофанов, И.В. Шашнев, Д.И. Бубненко, 2012, с. 121). Значения индекса изменяются от -1 до +1, при этом значение индекса для зеленой растительности находится в пределах от -0,1 до 0,2 (Е.В. Митрофанов, И.В. Шашнев, Д.И. Бубненко, 2012, с. 121). Вегетационные индексы CWC и PSRI также были рассчитаны для территории Краснокутского района.

Необходимо подчеркнуть, что вегетационные индексы не дают абсолютных количественных значений исследуемого свойства, а лишь относительные оценки свойств растительного покрова (В.В. Столярова, А.В. Любимов, М.Г. Будник и др., 2019, с. 63).

Заключение. Данные дистанционного зондирования Земли позволяют получать актуальную и достоверную информацию о снимаемых объектах. Применение геоинформационных технологий при обработке и анализе космических снимков различного разрешения предоставляют возможность составлять карты (густоты эрозионного расчленения, вегетационных индексов и др.), отражающие состояние природной среды и ее отдельных компонентов, а также дающие представление о структуре хозяйственного использования территории.