

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОБРАБОТКИ И ИНТЕРПРЕТАЦИИ КОСМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

© 2021 г. Е. В. Денисова*

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение “Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук”, Волгоград, Россия

**E-mail: denisov.00@mail.ru*

Поступила в редакцию 21.04.2021 г.

Геоинформационные технологии направлены на получение достоверной и качественной информации в очень сжатые сроки на территориях разного пространственного уровня от локального до глобального, при этом выбор будет обусловлен задачами исследований. Использование пространственных данных для анализа состояния земель обуславливает применение геоинформационных систем, является актуальным и востребованным в условиях интенсивного ведения сельскохозяйственного производства. Целью работы является оценка применимости ГИС-технологий для эффективного использования орошаемых и богарных земель сельскохозяйственного назначения. Применение ГИС-технологий позволило обследовать и уточнить границы пяти основных типов почв и 18 почвенных комплексов на площади 1208.5 тыс. га. 48.9% территории района засолено, а на 80% распространены солонцеватые комплексы. Уточнение наличия и использования богарной и орошаемой пашни необходимо для выявления распространения процессов деградации и пригодности угодий для дальнейшего ведения сельскохозяйственного производства. Площадь орошаемой пашни в районе исследования сократилась на 39.9% и находится в неудовлетворительном состоянии. Орошаемые пахотные угодья расположены на наиболее пригодных почвах – каштановых с солонцами каштановыми 25–50% и незначительная часть орошаемой пашни – на каштановых солонцеватых с солонцами каштановыми 25–50%. Этот аспект предполагает ведение непрерывного мониторинга за их качественным и количественным состоянием, обеспечить который могут современные геоинформационные технологии. Точность геопозиционирования космоснимков определяется характеристиками съемочной аппаратуры спутников и составляет 0.5 разрешения изображения. Сельскохозяйственные угодья обследованы на площади 62284.5 га, из которых 77.7% – богарная пашня, а 22.3% – орошаемая, определены индивидуальные характеристики каждого (угол склона, экспозиция, перепад высот и др.), что позволяет отслеживать режим использования каждого конкретного земельного участка. Новизна исследования заключается в создании локальной геоинформационной системы региональных особенностей распределения и использования орошаемых земель, выявления приоритетных направлений для ведения сельскохозяйственного производства.

Ключевые слова: ГИС, деградация, дистанционные исследования, земли сельскохозяйственного назначения, космоснимки, мониторинг, почвы, продуктивность угодий

DOI: 10.31857/S0205961421050031

ВВЕДЕНИЕ

Проблема сохранения качества земельных ресурсов, повышения устойчивости землепользования, рационального использования земель в аграрной отрасли остается наиболее острой и востребованной на современном этапе земельных преобразований. Специфические природные и социальные условия формирования земельных ресурсов на территории Волгоградской области нуждаются в детальной проработке и определении стратегии развития землепользования и землеустройства конкретной территории (Ханбабаев и др., 2015). Наличие точных и актуальных дан-

ных дистанционного зондирования дает возможность периодического обновления информации о состоянии почвенных ресурсов, плодородия, их динамики и площадей. Современные геоинформационные технологии позволяют провести количественную оценку уровня использования земель сельскохозяйственного назначения.

В настоящее время оценка природного и антропогенного воздействия, приводящего к деградации и истощению почв, количественный и качественный учет, установление режима и способа использования, является приоритетной социаль-

но-экономической и экологической задачей всего общества (Хитров и др., 2007).

Для рационального использования земель на разных территориальных уровнях необходима актуальная картографическая база данных, позволяющая проводить анализ состояния качества сельскохозяйственных угодий, дифференциацию оценки плодородия почв, выявлять зоны деградации по данным дистанционного зондирования. Дистанционные способы и геоинформационные технологии позволяют выполнить тематическое картографирование на основе мероприятий по сохранению и воспроизводству плодородия при проведении землеустройства, оценивать применяемые способы получения продукции, а также устанавливать ценность основного средства производства.

Задачами исследования являются: разработка методических особенностей применения дистанционных данных для анализа использования земель, создание локальной ГИС региональных особенностей распределения сельскохозяйственных угодий, контуров типов почв, по данным дистанционного зондирования, подготовка рекомендаций по приоритетному использованию земель сельскохозяйственного назначения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Главными достоинствами аэроснимков, космических снимков и цифровых данных, получаемых в ходе дистанционного зондирования, является то, что они покрывают обширные и труднодоступные территории в единый момент времени, обладают разрешающей способностью соответствующей характеристикам применяемой аппаратуры, дают интегрированное изображение всех элементов земной поверхности, что позволяет определить их структуру и связи, позволяют проводить любой сезонный космический мониторинг агросистем, т.е. зафиксировать состояние объектов в разные моменты времени и проследить динамику их изменений (Ермолаев, 2017; Капралов и др., 2005; Смирнов, 2005).

Для мониторинга земельных ресурсов огромное значение имеют дистанционные методы исследований. В землеустройстве достаточно популярным является картографический мониторинг, который предназначен для слежения за процессами деградации и выбытия сельскохозяйственных угодий, а также их мелиорации (Папаскири, 2013, 2014).

Картографический мониторинг предполагает создание базовой инвентаризационной картографической документации, отражающей современное состояние и оценку сельскохозяйственных угодий, а также систематическое картографическое слежение за процессами деградации и их изменениями, обусловленными хозяйственной де-

ятельностью человека, на основе которого создаются тематические карты динамики и прогноза этих модификаций. Применение ГИС-технологий в комплексе с использованием аэрокосмических данных обеспечивает возможность выполнения анализа деградации сельскохозяйственных угодий. По результатам анализа разновременных снимков составляются картографо-математические модели процессов деградации и восстановления, которые дают возможность осуществлять ландшафтное планирование территории с учетом ее особенностей.

Анализ изображения на космоснимках базируется на законах отражения излучения объектами и использует тон изображения в качестве признаков их состояния в соответствии с морфологическими характеристиками (Виноградов, Кондратьев, 1971; Виноградов, 1984). В связи с этим дешифровочные признаки, которые могут отражать состояние сельскохозяйственных земель, должны отличаться контрастным изображением, отличающимся от окружающих объектов (Капралов и др., 2005), и иметь непосредственное взаимодействие с их состоянием. Пашня легко дешифрируется по космоснимкам, так как имеет большую площадь. Пашня, как правило, разделена на поля, отделенные друг от друга технологическими проездами или полевыми дорогами, а также лесными насаждениями. Эти поля могут быть покрыты сельскохозяйственными культурами или нет. В период, соответствующий работам по вспашке, поля не покрыты растительностью. Разрешение космоснимка для исследований пашни выбирается от 1 до 15 м. Точность геопозиционирования космоснимков определяется характеристиками съемочной аппаратуры спутников и составляет 0.5 разрешения изображения.

Для геоинформационного анализа и реализации обработки пространственных данных используется программный комплекс QGIS 3.12, распространяемый свободно. Космоснимки в настоящее время являются основным источником объективной информации (Lidin, 2018; Rawat, Kumarh, 2015; Roy, 2014) об объектах изучения. Наиболее доступными для большинства исследователей являются космоснимки со спутников "Sentinel 2", "Landsat-8" или "Landsat-7", размещенные на ГИС – сервисах для свободного использования и позволяющие проводить весь комплекс исследований, связанных с получением информации о состоянии сельскохозяйственных угодий (Egol, 2005). Карты разрабатываются на основе цифровой топографической модели по космоснимкам, соответствующим объектам исследований, в среде ГИС в виде тематических растровых, векторных и атрибутивных слоев (Amin, Fazal, 2012).

Для обработки данных космической съемки используется определенный набор программных продуктов, а именно программы создания геоинформационных систем QGIS, программы анализа полученных данных Surfer, Exel, Statistica и др., при помощи которых создаются картографические модели, таблицы статистических данных и математическое описание выявленных закономерностей.

Почвенное картографирование осуществлялось с использованием программы QGIS 3.12 методом последовательного наложения нескольких картографических слоев и растров космоснимков высокого разрешения друг на друга (Li, 2014). Работа включала в себя несколько этапов. Первый этап заключался в нанесении на космоснимок горизонталей, полученных на основе цифровой модели рельефа (по данным SRTM). Далее на полученную картосхему накладывались границы административных районов. Последующая работа заключалась в нанесении на картографическую основу тематических слоев (сельскохозяйственные угодья, рельеф, почвенные контуры, контуры полей). Данный подход учета количества и качества земельных угодий, а именно, орошаемых и богарных в отдельности, является инновационным, так как исследования с применением ГИС-технологий на территории Волгоградской области не проводились.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Объект исследований – территория Палласовского района Волгоградской области неоднородна с точки зрения дешифрирования сельскохозяйственных угодий, ландшафт представляет собой молодую морскую равнину, здесь характерна засоленность и комплексность почв. Район представляет собой территорию с относительно дренированной северо-восточной частью, где расположены каштановые и светло-каштановые почвы, местами присутствуют комплексы с солонцами каштановыми, и обширную бессточную равнину, слабонаклонную к югу. Еще одной особенностью района является образованная полоса шириной 10–20 км вокруг оз. Эльтон, которая существенно отличается по природным особенностям от остальной территории. Это круглое тектоническое куполообразное поднятие с глубоким провалом посередине, где расположено оз. Эльтон, имеющее урез воды на 15 м ниже мирового океана. Берега оз. Эльтон изрезаны оврагами. Все эти характеристики сформировались в результате природных особенностей данного района.

При дешифрировании почвенного покрова пашни важны такие показатели как цельность и раздробленность ареалов пашни, форма и площадь полей. В качестве природной особенности главенствующую роль играет рельеф: уклон тер-

ритории, степень эрозионной расчлененности территории, форма речных бассейнов (узкие, вытянутые или широкие, округлые) (Романено, 2008; Савкин, Деулина, 2011).

Для выявления региональных особенностей почвы было выполнено дешифрирование пространства почвенных разновидностей Палласовского района по характеру распространения угодий на различных типах и подтипах почв. Для этого был произведен визуальный анализ мозаики космических снимков со спутника Landsat 5TM, покрывающей всю территорию района (Мельникова, 2010).

В результате анализа космоснимков было выделено пять основных типов почв Палласовского района и 18 почвенных комплексов (рис. 1, табл. 1).

К первому типу относятся территории с преобладанием каштановых почв с солонцами каштановыми 10–50%. Такие почвы сосредоточены в северо-восточной части района, в границах Савинского, Комсомольского и Венгеловского сельских поселений. Второй тип наиболее встречающихся почвенных разновидностей – каштановые солонцеватые с солонцами каштановыми распространены в Ромашковском, Заволжском и Савинском сельских поселениях. Пахотные угодья расположены на равнинной территории, слабо изрезанной балочной сетью. Форма полей – многоугольники, с изломанными границами.

Количество типов почв на территории исследований небольшое, поэтому подробно отследить по космическим снимкам пространственные границы контуров невозможно. Специфическими задачами дешифрирования почвенного покрова является выделение прямых и косвенных признаков для проведения границ каштановых, светло-каштановых и солонцов и выделение ареалов их подтипов.

Обследованию подлежала территория площадью 1208.6 тыс. га (табл. 2). Проведенное исследование Палласовского района позволило уточнить границы и площади следующих типов и почвенных комплексов, в составе района исследования, а именно:

- каштановые с солонцами каштановыми (25–50%) – 228610.0 га;
- каштановые солонцеватые с солонцами каштановыми (25–50%) – 117743.0 га;
- солонцы каштановые с каштановыми солонцеватыми (25–50%) – 92523.0 га.

Пашня Палласовского района имеет преимущественно тяжелосуглинистый состав 72.7% и в незначительном количестве среднесуглистый – 27.1%. Согласно проведенным исследованиям (на момент 2002 г.) почти половина территории района (48.9%) засолена а на 80% распространены

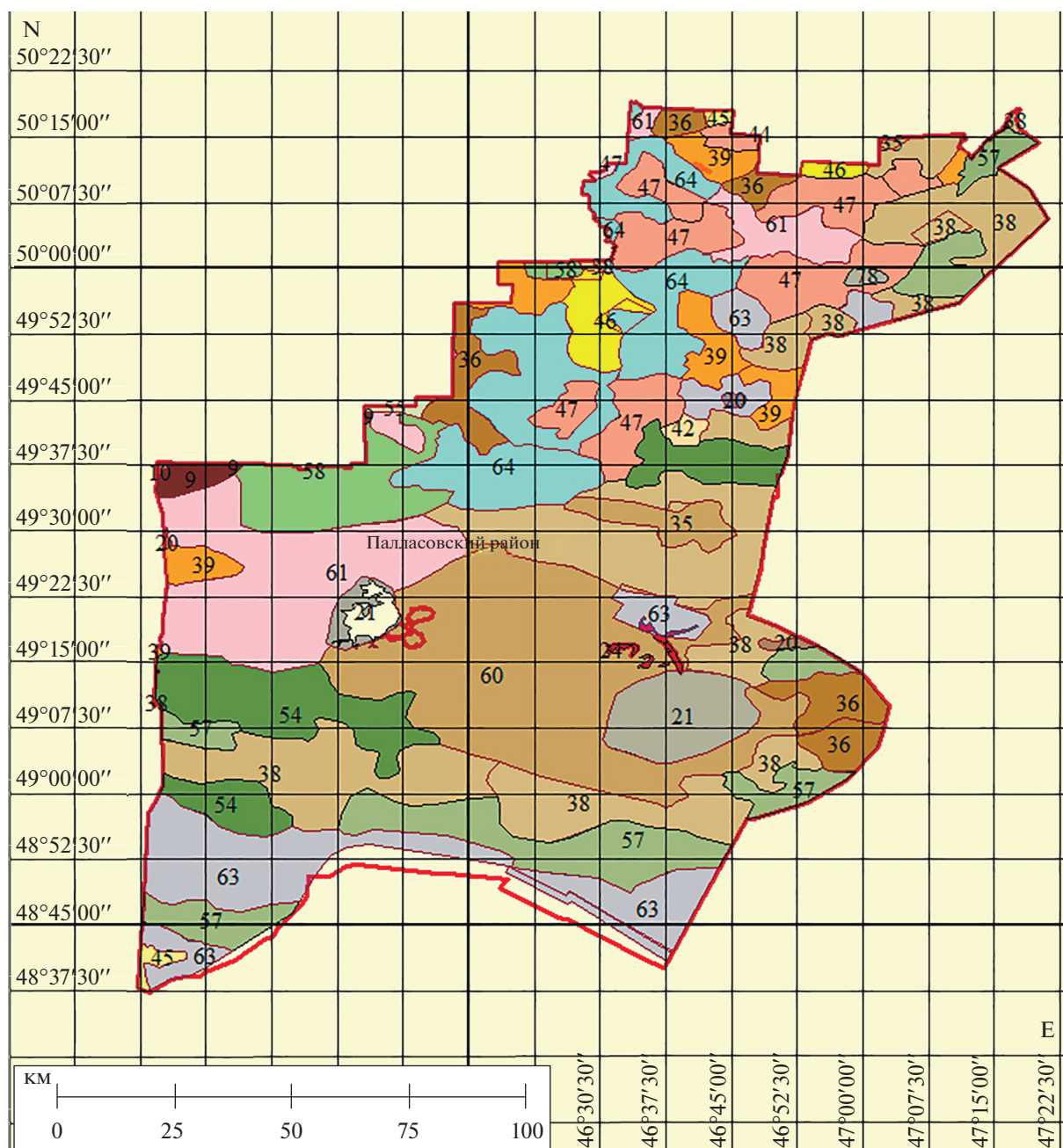


Рис. 1. Карта почвенных контуров Палласовского района.

солонцеватые комплексы. Площадь малопродуктивной пашни составляет 35.9%.

В орошаемую пашню вовлечены природно-засоленные, в т.ч. солонцеватые почвы. По данным «Волгоградмелиоводхоз» площадь орошаемой пашни в Палласовском районе с 1990 до 2014 гг. уменьшилась с 19.3 до 11.6 тыс. га. Поливные сельскохозяйственные угодья в структуре пашни сократились с 7.6 до 4.5%.

По данным Всероссийского НИИ орошаемого земледелия орошаемой пашни переведено в нео-

рошаемые земли 7.7 тыс. га или 39.9%. По степени засоления орошаемые земли распределились следующим образом – незасоленные 62%; слабозасоленные – 1.7%; средnezасоленные – 15.0%; сильнозасоленные – 4%. В целом, экологическое состояние орошаемых угодий исследуемого района можно охарактеризовать как неудовлетворительное – 41%.

Современные методы исследования территории основанные на использовании аэрокосмических методов исследований в сочетании с геоин-

Таблица 1. Легенда к космокарте почвенных разновидностей Палласовского района

№ на карте	Индекс	Название почв
9	K ₂	Каштановые
10	K ₂ ^{CH}	Каштановые солонцеватые
20	C _л ^л	Солоди луговые
21	C _к	Солончаки типичные
24	ОБ	Смытые и намывные почвы оврагов, балок и прилегающих склонов
Название комплекса почв		
35	K ₁ -C _н ^к *	Светлокаштановые с солонцами каштановыми 10–25%
36	K ₂ -C _н ^к *	Каштановые с солонцами каштановыми 10–25%
38	K ₁ -C _н ^к **	Каштановые с солонцами каштановыми 25–50%
39	K ₂ -C _н ^к **	Каштановые с солонцами каштановыми 25–50%
42	K _л -C _н ^{кл} **	Лугово-каштановые с солонцами лугово-каштановыми 25–50%
44	K ₁ ^{CH} -C _н ^к *	Светлокаштановые солонцеватые с солонцами каштановыми 10–25%
45	K ₁ ^{CH} -C _н ^к **	Светлокаштановые солонцеватые с солонцами каштановыми 25–50%
46	K ₂ ^{CH} -C _н ^к *	Каштановые солонцеватые с солонцами каштановыми 10–25%
47	K ₂ ^{CH} -C _н ^к **	Каштановые солонцеватые с солонцами каштановыми 25–50%
54	C _н ^к -K ₁ *	Солонцы каштановые с светлокаштановыми 10–25%
55	C _н ^к -K ₂ *	Солонцы каштановые с каштановыми 10–25%
57	C _н ^к -K ₁ **	Солонцы каштановые с светлокаштановыми 25–50%
58	C _н ^к -K ₂ **	Солонцы каштановые с каштановыми 25–50%
60	C _н ^к -K ₁ ^{CH} *	Солонцы каштановые с светлокаштановыми солонцеватыми 10–25%
61	C _н ^к -K ₂ ^{CH} *	Солонцы каштановые с каштановыми солонцеватыми 10–25%
63	C _н ^к -K ₁ ^{CH} **	Солонцы каштановые с светлокаштановыми солонцеватыми 25–50%
64	C _н ^к -K ₂ ^{CH} **	Солонцы каштановые с каштановыми солонцеватыми 25–50%
78	K _л ^{CH} -C _н ^{кл} *	Лугово-каштановые солонцеватые с солонцами лугово-каштановыми 10–25%

формационными технологиями и компьютерным моделированием, позволяют с высокой точностью определить характер угодья, его использование, присущие только ему характеристики (уклон, рельеф, тип почв и др.), распространение процессов эрозии, защищенность лесными полосам, а также четкие границы и площадь (Денисова, 2019).

Территория Савинского муниципального образования была выбрана для дальнейшего исследования не случайно. Поселение имеет наибольшую площадь по сравнению с другими поселениями, УПКСЗ выше среднерайонного, а балл бонитета – 48, свидетельствует о необходимости проведения мероприятий по повышению почвенного плодородия. Преобладающими видами

почв являются каштановые почвы с солонцами каштановыми 10–50% и каштановые солонцеватые с солонцами каштановыми (Воробьев, 2006).

На территории сельского поселения наиболее распространены земли сельскохозяйственного назначения – 96.2%, земли населенных пунктов, запаса и водного фонда занимают оставшиеся 3.8%.

Характер и интенсивность использования сельскохозяйственных угодий, а также их пригодность в границы Савинского сельского поселения были оценены с помощью геоинформационных методов исследования.

Таблица 2. Определение площадей почв и комплексов Палласовского района

Обозначение на карте	Название почв	Кол-во участков	Площадь, га
9	Каштановые	3	5683.6
10	Каштановые солонцеватые	1	527.5
20	Солоди луговые	3	2624.2
21	Солончаки типичные	2	36702.9
24	Смытые и намытые почвы оврагов, балок и прилегающих склонов	4	1979.4
35	Светлокаштановые с солонцами каштановыми 10–25%	2	13863.0
36	Каштановые с солонцами каштановыми 10–25%	5	45324.9
38	Каштановые с солонцами каштановыми 25–50%	20	229077.6
39	Каштановые с солонцами каштановыми 25–50%	12	39892.79
42	Лугово-каштановые с солонцами лугово-каштановыми 25–50%	1	2801.1
44	Светлокаштановые солонцеватые с солонцами каштановыми 10–25%	2	29.96
45	Светлокаштановые солонцеватые с солонцами каштановыми 25–50%	2	3548.6
46	Каштановые солонцеватые с солонцами каштановыми 10–25%	5	17584.1
47	Каштановые солонцеватые с солонцами каштановыми 25–50%	9	88937.2
54	Солонцы каштановые с светлокаштановыми 10–25%	3	78087.0
55	Солонцы каштановые с каштановыми 10–25%	1	1671.6
57	Солонцы каштановые с светлокаштановыми 25–50%	7	97459.5
58	Солонцы каштановые с каштановыми 25–50%	3	41341.7
60	Солонцы каштановые с светлокаштановыми солонцеватыми 10–25%	1	168646.0
61	Солонцы каштановые с каштановыми солонцеватыми 10–25%	6	111734.6
63	Солонцы каштановые с светлокаштановыми солонцеватыми 25–50%	7	111622.1
64	Солонцы каштановые с каштановыми солонцеватыми 25–50%	7	107743.5
78	Лугово-каштановые солонцеватые с солонцами лугово-каштановыми 10–25%	1	1679.2
	Итого	107	1208562

Необходимость применения геоинформационных технологий в области управления земельными ресурсами вызвана современными потребностями в точных землеустроительных работах, связанных с реорганизацией землевладений и землепользований, отводом земельных участков и активизацией земельного оборота. Такие технологии повышают значимость, качество и сроки проведения работ, позволяют формировать четкое представление о состоянии земельного фонда, его составе и отслеживать динамику, намечать комплекс мероприятий по предотвращению развития процессов деградации для каждой конкретной территории (Денисова, 2021; Малочкин, 2019).

Пахотные угодья расположены на равнинной территории, слабо изрезанной балочной сетью. Форма полей – многоугольники, с изломанными границами. Уточненная площадь муниципального образования составила 70383 га.

По результатам геоинформационной оценки территории с использованием космоснимков были уточнены границы и площади используемой пашни – богарной и орошаемой, а также определены индивидуальные характеристики каждого (угол склона, экспозиция, перепад высот и др.).

Общая площадь обследования составила 62284.5 га, из которых 48388.4 га – это богарная пашня, а 13896.1 га – орошаемая пашня. Количество богарных участков пашни – 277, средний размер контура – 195.5 га, минимальная площадь – 1.2 (П26), максимальная – 622.9 га (П222). Количество орошаемых участков пашни – 171, средний размер контура – 81.3 га, максимальная площадь орошаемой пашни – 391.0 га (ПО2), минимальная – 0.7 га (ПО79). Максимальный перепад высот всему полигону исследования – 19 м. Максимальный угол склона 4° уточнен в границах богарного участка пашни (П36), который имеет площадь 184.8 га, максимальную отметку высот – 52 м и перепад – 10 м (рис. 2).

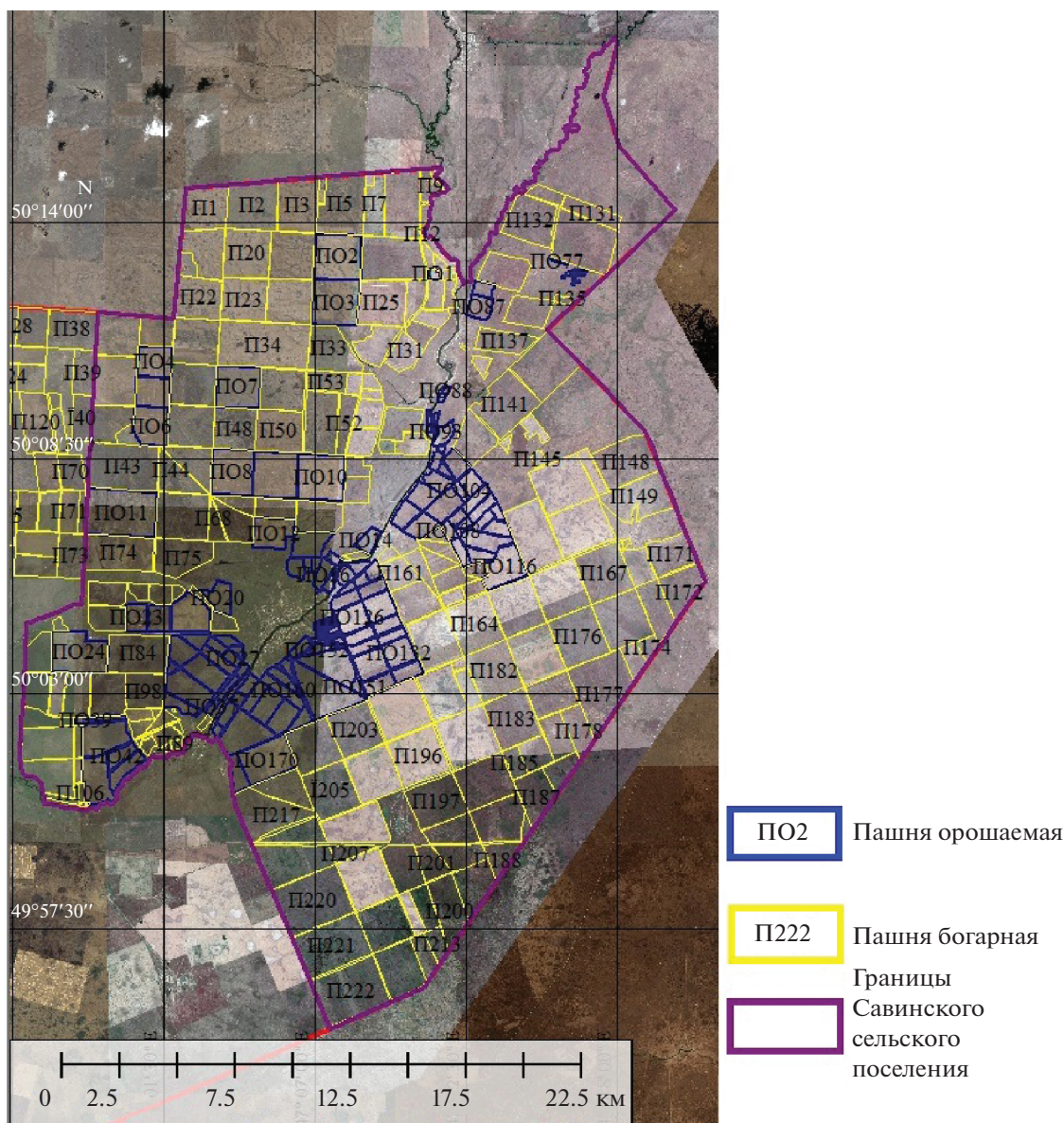


Рис. 2. Картограмма распределения земельных угодий Савинского сельского поселения.

Составленная почвенная карта Савинского сельского поселения показывает основные почвенные разновидности и отражает качественное состояние пахотных угодий, а также их пригодность к сельскохозяйственному использованию.

Орошаемые пахотные угодья расположены на наиболее пригодных почвах – каштановых с солонцами каштановыми 25–50% и незначительная часть орошаемой пашни – на каштановых солонцеватых с солонцами каштановыми 25–50%. Первый тип почв более благоприятен для орошения в данной природной зоне.

Богарная пашня получила распространение на всех почвенных разновидностях и некоторые участки пашни находятся в плачевном состоянии, что свидетельствует об их истощении, деградации и нерациональном использовании.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дистанционные методы исследований сельскохозяйственных угодий в совокупности с геоинформационными технологиями дают возможность определить не только пространственное расположение участков, предназначенных для ведения сельскохозяйственного производства, но

и установить характер, уровень и особенности их использования.

Результаты исследования на примере Палласовского района подтверждают необходимость использования дистанционных данных для анализа состояния земель, выявления используемых и залежных земель, дифференциации орошаемых и богарных.

Создание локальной геоинформационной системы региональных особенностей распределения сельскохозяйственных угодий, базирующееся на земельно-оценочном, агроклиматическом, агроландшафтном районировании, направлено на актуализацию распространения, и течения процессов деградации, применения ресурсосберегающих технологий и разработки комплекса мероприятий по эффективному использованию сельскохозяйственного потенциала региона.

Эффективность использования сельскохозяйственных угодий является первостепенной задачей современного общества. Рациональное потребление, сохранение почвенного плодородия и повышение биологической продуктивности почв должно опираться на современные методы исследования, которые позволяют в максимально короткие сроки выявить происходящие изменения и предусмотреть комплекс мероприятий для предотвращения развития негативных процессов и восстановления угодий.

Определение качества угодий, их пригодность к сельскохозяйственному использованию является приоритетной задачей современного общества. Уточнение почвенных разновидностей является необходимым для составления экономических прогнозов, планирования природоохранных мероприятий, а также разработки схем использования сельскохозяйственных угодий. Использование геоинформационных технологий дает такую возможность и решает важнейшую оптимальную задачу сохранения и воспроизводства агроландшафтов (Denisova Silova, 2019).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Виноградов Б.В.* Аэрокосмический мониторинг экосистем. М.: Наука, 1984. 320 с.
- Виноградов Б.В., Кондратьев Б.Я.* Космические методы землеведения. Л.: Гидрометеиздат, 1971. 280 с.
- Воробьев А.В.* Земельные ресурсы Волгоградской области и их оценка. ООО “Издательство Волгоград”, 2006. 44 с.
- Денисова Е.В.* Применение геоинформационных технологий для анализа состояния земель сельскохозяйственного назначения // Астраханский вестник экологического образования. 2019. № 4. С. 33–39.
- Денисова Е.В.* Геоинформационный анализ компонентов агроландшафта для целей землеустройства, кадастра и мониторинга орошаемых земель. Геодезия и картография, 2021. № 1. С. 56–64. <https://doi.org/10.22389/0016-7126-2021-967-1-56-64>
- Ермолаев О.П.* Геоинформационное картографирование эрозии почв в регионе среднего Поволжья // Почвоведение. 2017. № 1. С. 130–144.
- Капралов Е.Г., Кошкарев А.В., Тикунов В.С.* Геоинформатика / под ред. В.С. Тиконова. М.: Издательский центр “Академия”, 2005. 480 с.
- Малочкин В.Ю.* Разработка методики проведения инвентаризации земель сельскохозяйственного назначения посредством ГИС // Международный сельскохозяйственный журнал, 2019. № 2(368). С. 17–21.
- Мельникова Е.Б.* Аэрокосмический мониторинг нарушенных сельскохозяйственных земель // Изв. вузов “Геодезия и аэрофотосъемка”. 2010. № 2. С. 75–78.
- Папаскири Т.В.* Информационное обеспечение землеустройства. М.: Изд-во ГУЗ, 2013. 160 с. ISBN 978-5-905742-56-9.
- Папаскири Т.В.* Разработка Федеральной Целевой Программы “По созданию системы автоматизированного землеустроительного проектирования (САЗПР) и пакета прикладных программ (ППП) на выполнение первоочередных видов землеустроительных и смежных работ на территорию Российской Федерации” // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2014. № 4. С. 14–25.
- Романенко Г.А.* Проблемы деградации и восстановления продуктивности земель сельскохозяйственного назначения в России / под ред. А.В. Гордеева, Г.А. Романенко. М.: Росинформагротех, 2008. 67 с.
- Савкин В.И., Деулина А.В.* Оценка эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения // Вестник Орел ГАУ, 2011. № 5(32). С. 27–32.
- Смирнов Л.Е.* Аэрокосмические методы географических исследований. Санкт-Петербург: Изд-во С.-Петербургского ун-та, 2005. 348 с.
- Ханбабаев Т.Г., Догеев Г.Д., Велибекова Л.А.* Оценка эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения // Международный научно-исследовательский журнал. 2015. № 9(40). С. 70–73.
- Хитров Н.Б., Иванов А.Л., Завалин А.А., Кузнецов М.С.* Проблемы деградации, охраны и пути восстановления продуктивности земель сельскохозяйственного назначения // Вестник ОрелГАУ. 2007. № 6. С. 29–32.
- Amin A., Fazal S.* Quantification of Land Transformation Using Remote Sensing and GIS Techniques // American J. Geographic Information System. 2012. V. 1. № 2. P. 17–28.
- Denisova E.V., Silova V.A.* The current state analysis of the agro-forest landscape components based on the geoinformational systems usage. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2019. С. 052062.
- Erol H., Akdeniz F. A.* Per-field classification method based on mixture distribution models and an application to Landsat Thematic Mapper data // Int. J. Remote Sens. 2005. № 26. P. 1229–1244.
- Lidin K.L., Meerovich M.G., Bulgakova E.A., Vershinin V.V., Papaskiri T.V.* Applying the theory of informational flows in urbanism for a practical experiment in architecture and land use // Espacios. 2018. V. 39. № 1. 12 p.
- Li X., Liu X., Yu L.* Aggregative model-based classifier ensemble for improving land-use/cover classification of

Landsat TM Images // *Int. J. Remote Sens.* 2014. № 35. P. 1481–1495.

Rawat J.S., Kumar Manish. Monitoring land use/cover change using remote sensing and GIS techniques: A case study of Hawalbagh block, district Almora, Uttarakhand,

India // *The Egyptian Journ. of Remote Sensing and Space Science.* 2015. V. 18. Is. 1. P. 77–84.

Roy D.P., Wulder M.A., Loveland T.R. Landsat-8: Science and product vision for terrestrial global change research // *Remote Sensing of Environment.* 2014. № 145. P. 154–172.

Assessment of the Efficiency of Agricultural Land Use Using GIS Technologies

E. V. Denisova

Federal State Budget Scientific Institution “Federal Scientific Centre of agroecology, complex melioration and protective afforestation of the Russian Academy of Sciences”, Volgograd, Russia

Geoinformation technologies are aimed at obtaining reliable and high-quality information in a short time in the territories of different spatial levels from the local to the global one, and the choice of the applied technology will be determined by the objectives of the research. The application of spatial data for land analysis leading to the use of geoinformation systems is relevant and in demand in the conditions of high farming. The purpose of the research is to assess the applicability of GIS technologies for the effective use of irrigated and non-irrigated agricultural land. The application of GIS technologies made it possible to examine and clarify the boundaries of five main soil types and 18 soil-cover complexes on an area of 1208.5 thousand hectares. 48.9% of the territory of the district is salted and 80% is salt complexes. Clarification of availability and use of irrigated and non-irrigated agricultural land is necessary to identify the spread of degradation processes and the suitability of land for further agricultural production. The area of irrigated land in the study area decreased by 39.9% and it is in a bad condition. Irrigated land is located on the most suitable soils – chestnut with chestnut-solonetz soils 25–50% and a small part of irrigated land is located on chestnut-solonetz soils with chestnut solonetz 25–50%. This research involves continuous monitoring of land quality and quantity, which can be provided by modern geoinformation technologies. The accuracy of space images geolocation is determined by the characteristics of satellite survey equipments and it amounts to 0.5 image resolution. The agricultural land is surveyed on an area of 62284.5 hectares, of which 77.7% is non-irrigated land, and 22.3% is irrigated one, individual characteristics of each plot are determined (slope angle, layout, height difference, etc.), which allow tracking the land use regime of each specific land plot. The study is novel in that it makes possible to create a local geographic information system for regional features of the distribution and use of irrigated land and the identification of priority areas for agricultural production.

Keywords: GIS, degradation, remote studies, agricultural land, satellite images, monitoring, soils, land productivity

REFERENCES

Amin A., Fazal S. Quantification of Land Transformation Using Remote Sensing and GIS Techniques // *American Journ of Geographic Information System.* 2012. V. 1. № 2. P. 17–28.

Denisova E.V. Geoinformacionnyj analiz komponentov agrolandshafta dlya celej zemleustrojstva, kadastra i monitoringa oroshaemyh zemel' [Geoinformation analysis of agricultural landscape components for land management, cadastre and monitoring of irrigated land] // *Geodesy and cartography.* 2021. № 1. P. 56–64. DOI: 10.22389/0016-7126-2021-967-1-56-64 (In Russian).

Denisova E.V. Primenenie geoinformacionnyh tekhnologij dlya analiza sostoyaniya zemel' sel'skohozyajstvennogo naznacheniya [Application of geoinformation technologies for the analysis of the state of agricultural land] // *Astrakhan Bulletin of Environmental Education.* 2019. № 4. P. 33–39 (In Russian).

Denisova E.V., Silova V.A. The current state analysis of the agro-forest landscape components based on the geoinformational systems usage // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.* 2019. P. 052062.

Ermolaev O.P. Geoinformacionnoe kartografirovaniye erozii pochv v regione srednego Povolzh'ya [Geoinformation

mapping of soil erosion in the Middle Volga region] // *Soil Science.* 2017. № 1. P. 130–144 (In Russian).

Erol H., Akdeniz F.A. Per-field classification method based on mixture distribution models and an application to Landsat Thematic Mapper data // *Int. J. Remote Sens.* 2005. № 26. P. 1229–1244.

Hanbabaev T.G., Dogeev G.D., Velibekova L.A. Ocenka effektivnosti ispol'zovaniya zemel' sel'skohozyajstvennogo naznacheniya [Evaluation of the efficiency of agricultural land use] // *International Research J.* 2015. V. 40. № 9. P. 70–73 (In Russian).

Hitrov N.B., Ivanov A.L., Zavalin A.A., Kuznecov M.S. Problemy degradacii, ohrany i puti vosstanovleniya produktivnosti zemel' sel'skohozyajstvennogo naznacheniya [Problems of degradation, protection and ways to restore the productivity of agricultural land] // *OrelGAU Bulletin.* 2007. № 6. P. 29–32 (In Russian).

Kapralov E.G., Koshkarev A.V., Tikunov V.S. Geoinformatika [Geoinformatics], Moscow: Publishing Center “Academy”, 2005, 480 p. (In Russian).

Lidin K.L., Meerovich M.G., Bulgakova E.A., Vershinin V.V., Papaskiri T.V. Applying the theory of informational flows in urbanism for a practical experiment in architecture and land use // *Espacios.* 2018. V. 39. № 1. 12 p.

- Li X., Liu X., Yu L.* Aggregative model-based classifier ensemble for improving land-use/cover classification of Landsat TM Images // *Int. J. Remote Sens.* 2014. № 35. P. 1481–1495.
- Malochkin V.Yu.* Razrabotka metodiki provedeniya inventarizacii zemel' sel'skohozyajstvennogo naznacheniya posredstvom GIS [Development of a methodology for conducting an inventory of agricultural land by means of GIS] // *International Agricultural Journal.* 2019. V. 368. № 2. P. 17–21 (In Russian).
- Mel'nikova E.B.* Aerokosmicheskij monitoring narushennyh sel'skohozyajstvennyh zemel' [Aerospace monitoring of disturbed agricultural land] // *Izv. vuzov "Geodesy and aerial photography".* 2010. V. 2. P. 75–78 (In Russian).
- Papaskiri T.V.* Informacionnoe obespechenie zemleustrojstva [Information support of land management], Moscow: GUZ Publishing House, 2013, 160 p. (In Russian).
- Papaskiri T.V.* Razrabotka Federal'noj Celevoj Programmy "Po sozdaniyu sistemy avtomatizirovannogo zemleustroitel'nogo proektirovaniya (SAZPR) i paketa prikladnyh programm (PPP) na vypolnenie pervoocherednyh vidov zemleustroitel'nyh i smezhnyh rabot na territoriyu Rossijskoj Federacii" [Development of the Federal Target Program "On creation of the system of the automated land management design (SAZPR) and the package of the applied programs (SPP) for performance of the priority types of land management and related works on the territory of the Russian Federation"] // *Land management, cadastre and land monitoring.* 2014. № 4. P. 14–25 (In Russian).
- Rawat J.S., Kumar Manish.* Monitoring land use/cover change using remote sensing and GIS techniques: A case study of Hawalbagh block, district Almor, Uttarakhand, India // *The Egyptian Journ. of Remote Sensing and Space Science.* 2015. V. 18. Is. 1. P. 77–84.
- Romanenko G.A.* Problemy degradacii i vosstanovleniya produktivnosti zemel' sel'skohozyajstvennogo naznacheniya v Rossii [Problems of degradation and restoration of agricultural land productivity in Russia], Moscow: Rosinformagrotech, 2008, 67 p. (In Russian).
- Roy D.P., Wulder M.A., Loveland T.R.* Landsat-8: Science and product vision for terrestrial global change research // *Remote Sensing of Environment.* 2014. № 145. P. 154–172.
- Savkin V.I., Deulina A.V.* Ocenka effektivnosti ispol'zovaniya zemel' sel'skohozyajstvennogo naznacheniya [Evaluation of the efficiency of agricultural land use] // *Bulletin of the Eagle GAU.* 2011. V. 32. № 5. P. 27–32 (In Russian).
- Smirnov L.E.* Aerokosmicheskie metody geograficheskikh issledovanij [Aerospace methods of geographical research], St. Petersburg: Publishing House of the St. Petersburg University, 2005. 348 p. (In Russian).
- Vinogradov B.V.* Aerokosmicheskij monitoring ekosistem [Aerospace ecosystem monitoring]. Moscow: The science, 1984, 320 p. (In Russian).
- Vinogradov B.V., Kondrat'ev B.YA.* Kosmicheskie metody zemlevedeniya [Space methods of earth science]. Leningrad: Hydrometeoizdat, 1971, 280 p. (In Russian).
- Vorob'ev A.V.* Zemel'nye resursy Volgogradskoj oblasti i ih ocenka [Land resources of the Volgograd region and their assessment]. Volgograd Publishing House, 2006, 44 p. (In Russian).