

КАРТОГРАФИЯ И ГЕОИНФОРМАТИКА

УДК 631.9:528.873

DOI 10.17072/2079-7877-2018-4-133-143

**АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПАХОТНЫХ ЗЕМЕЛЬ
ПО СПУТНИКОВЫМ СНИМКАМ LANDSAT
НА ПРИМЕРЕ КУНГУРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ****Анна Павловна Белоусова**

e-mail: uran399@mail.ru

Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь

За последние 30 лет площади обрабатываемых сельскохозяйственных земель в России существенно сократились. В настоящей работе проанализированы изменения в использовании сельскохозяйственных угодий на примере территории Кунгурской лесостепи (Пермский край) за период 1986–2018 гг. Исследование проводилось на основе спутниковых снимков Landsat. На первом этапе по снимкам, полученным в период со снежным покровом, было выполнено маскирование лесопокрываемых территорий. Затем на основе композитных изображений, составленных из нескольких разновременных снимков, полученных в период проведения полевых работ (с мая по сентябрь), выявлены участки с открытой почвой (обрабатываемые земли). Все операции выполнены для снимков за 1986 и 2016–2018 гг. с применением методов попиксельной классификации. В результате установлено, что на территории Кунгурской лесостепи за период 1986–2018 гг. произошло сокращение площади пахотных земель на 65,9%, в том числе 28,6% выбыло из сельскохозяйственного оборота в связи с зарастанием, 38,4% находятся в залежном состоянии. Основной причиной неиспользования пахотных земель, а впоследствии их зарастания являются отдаленность участков от крупных населенных пунктов и трудности в механизированной обработке.

Ключевые слова: пахотные земли, тематическая обработка пространственных данных, зарастание земель, выбытие сельскохозяйственных угодий, данные космической съемки Landsat.

**THE ANALYSIS OF THE USE OF AGRICULTURAL LANDS BASED ON LANDSAT IMAGES
ON THE EXAMPLE OF KUNGUR FOREST-STEPPE****Anna P. Belousova**

e-mail: uran399@mail.ru

Perm State University, Perm

Cultivated agricultural areas have significantly reduced in Russia during last 30 years. This paper analyzes the changes of agricultural land use on the example of Kungur forest-steppe (Perm Krai) in 1986 – 2018. The study was based on Landsat satellite images. On the first stage, the masks of forest-covered lands were created with the satellite images of snow cover (obtained in March 1986 and 2018). Then, the areas with open cultivated soil (croplands) were identified with the multi-seasonal composite raster dataset, created from several images received during agricultural season (from May to September). All these operations are performed for the images of 1986 and 2016–2018, with the use of classification methods. As a result, a significant decrease (by 65.9%) of cultivated croplands was observed in Kungur forest-steppe area for 1986–2018. 28.6% of abandoned croplands are recovered by forest vegetation, and another 38.4% are non-cultivated agricultural lands. The main cause of agricultural lands abandonment and subsequent reforestation is the large distance from settlements and the problems of agricultural land cultivation.

Key words: cultivated croplands, thematic processing of spatial data, reforestation, abandonment of agricultural lands, Landsat space imagery data.

Введение

Правовой режим земель сельскохозяйственного назначения имеет приоритетное значение в земельном законодательстве Российской Федерации. Однако доля земель, пригодных для ведения

сельскохозяйственного производства, с каждым годом уменьшается. Данный процесс обусловливается неконтролируемой деградацией земель, а также их нерациональным использованием. Поэтому важной задачей является получение информации о наличии и использовании пахотных земель.

В период экономического кризиса 1990-х гг. на территории России и стран СНГ происходило сокращение площади обрабатываемых сельскохозяйственных земель [19]. Самые высокие темпы увеличения не востребуемых земельных наделов (31%) в России наблюдались с 1990 по 2000 г. [18].

Основные причины сокращения пашни и посевных площадей подразделяют на организационно-правовые, экономические, социальные и экологические, причем их можно считать взаимовытекающими [6]. Все они, прежде всего, снижают заинтересованность и мотивацию к ведению сельскохозяйственного производства, что обуславливает увеличение площадей неиспользуемых сельскохозяйственных угодий. Также выделяют антропогенные и природные факторы, способствующие выбытию земель из сельскохозяйственного оборота. К антропогенным факторам относят последствия техногенных аварий, строительство промышленных объектов, проведение работ по добыче полезных ископаемых, химическое или радиоактивное загрязнение почвенного плодородного слоя, размещение несанкционированных свалок бытовых и промышленных отходов, использование земель под жилую или иную застройку с переводом в иную категорию (земли населенных пунктов).

Природные факторы выбытия земель можно разделить на последствия стихийных явлений или деградации сельскохозяйственных угодий, вызванной отсутствием мероприятий по защите земель от негативного воздействия. К таким негативным воздействиям можно отнести заболачивание, развитие овражно-балочной сети, водную или ветровую эрозию, зарастание древесно-кустарниковой растительностью. Сокращение площади обрабатываемых сельскохозяйственных угодий характерно практически для всех субъектов Российской Федерации [5]. Процесс зарастания провоцируется переводом пахотных земель в залежь, фонды перераспределения, в категорию земель запаса или проведением консервации.

В соответствии с материалами, полученными по результатам проверок, проводимых в рамках Государственного земельного надзора на территории земель сельскохозяйственного назначения по Пермскому краю Управлением Росреестра по Пермскому краю в 2012–2014 гг. и Россельхознадзором по Пермскому краю в 2014–2016 гг., основными нарушениями правового режима земель сельскохозяйственного назначения на территории Пермского края являются их использование не по назначению, а также неиспользование, что приводит к зарастанию древесно-кустарниковой растительностью. При неиспользовании пахотных земель, как правило, сначала происходит формирование сорной травянистой растительности, а затем зарастание лесом. Установлено, что к 5–8-летнему возрасту на необрабатываемых сельскохозяйственных угодьях деревья равномерно распределяются по всей площади участка, начиная от границы леса к центру поля, после чего формируется полноценная лесная среда [2].

Для контроля и своевременного предотвращения зарастания пахотных земель необходимы организация и проведение мониторинга. Существующие традиционные методы выявления, оценки использования земель и степени зарастания сельскохозяйственных угодий древесно-кустарниковой растительностью основаны на осуществлении широкомасштабных наземных обследований, которые достаточно проблематично выполнять в условиях ограниченных сроков на больших территориях. Главная цель проведения мониторинга зарастающих угодий – определение их текущего состояния и возможности их дальнейшего использования в сельском хозяйстве [3]. Однако стоит отметить, что рекультивация сельхозугодий, на которых восстановилась древесная растительность, обычно нецелесообразна. На это существует несколько причин. Во-первых, при раскорчевке пней производится нарушение верхнего плодородного слоя, так как с корнями извлекается большое количество гумусовых веществ. Во-вторых, стоимость восстановления почвенного покрова несоизмерима с полученной в будущем прибылью сельскохозяйственного производителя.

Для того чтобы исключить дальнейшее выбытие сельскохозяйственных угодий, необходимо производить контроль за их использованием. В связи с чем существует необходимость создания баз пространственных данных, полноценно охватывающих сельскохозяйственные земли региона. В настоящее время таковых не существует, что не позволяет адекватно произвести контроль за их рациональным использованием. Наличие векторных данных о границах сельскохозяйственных земель позволит произвести объективную оценку их использования, а также выявить залежные земли, подверженные процессам зарастания древесно-кустарниковой растительностью.

Цель настоящего исследования состоит в выявлении изменений площади возделываемых земель в пределах основной сельскохозяйственной зоны Пермского края за период с середины 1980-х гг. по настоящее время (н.в.). В качестве исследуемой территории рассматривается Кунгурская лесостепь. Она характеризуется не только сравнительно высокой долей обрабатываемых земель, но и наиболее плодородными (в пределах Пермского края) почвами (серыми, темно-серыми лесными и оподзоленными черноземами) [4].

Территория исследования

Кунгурская лесостепь расположена в юго-восточной части Пермского края, её территории была выделена П.Н. Крыловым в 1878 г. как особый участок с сочетанием лесной и степной растительностью [9]. Уникальность этой территории вызвана еще и тем, что она является самой северной по широте лесостепной зоной. Островная Кунгурская лесостепь ограничена с запада долиной р. Ирень, с севера и северо-востока тянется по обоим берегам р. Сылвы на север до с. Серга в окружении зоны широколиственно-пихтово-еловых (подтаежных) лесов [10; 17]. Наиболее наглядно границы Кунгурской лесостепи представлены в Атласе Пермского края на карте ботанико-географического районирования [1]. В целом ряде исследований показана специфика растительности, геологического строения, почв этого региона [8; 13].

Выбор данной территории обусловлен и экономическими факторами, а именно данными Росреестра о кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения в разрезе муниципальных образований Пермского края [12]. Кадастровая оценка необходима для обоснования земельного налога, арендной платы и иных целей, установленных законом. Она проводится по единой методике в целях обеспечения сопоставимости результатов на территории всей Российской Федерации. При проведении кадастровой оценки используются результаты почвенных обследований, поэтому удельный показатель кадастровой стоимости может успешно использоваться для выявления муниципальных районов с наиболее ценными сельскохозяйственными землями [11]. В Пермском крае наиболее ценные земли сельскохозяйственного назначения располагаются на юго-востоке территории в Ординском, Уинском Суксунском и Октябрьском районах, которые частично относятся к Кунгурской лесостепи (рис. 1).

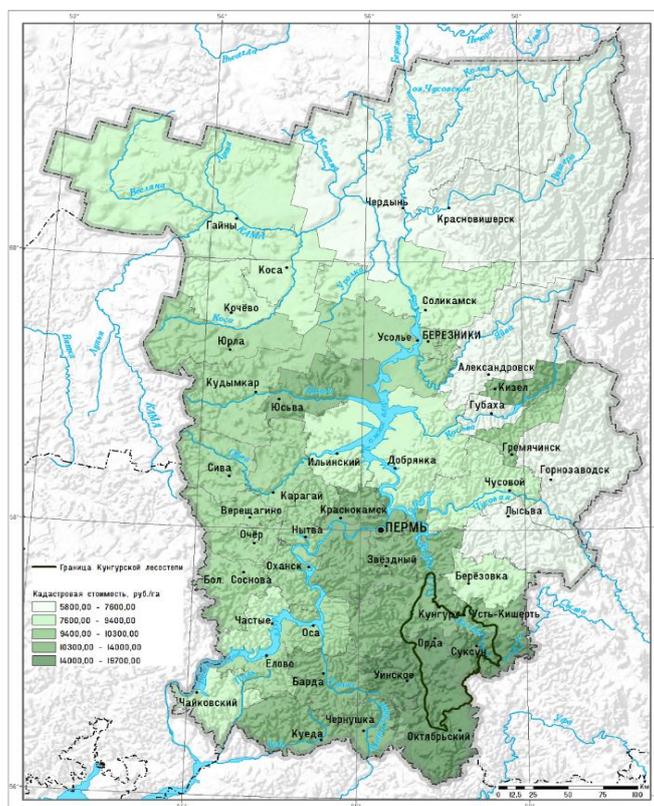


Рис. 1. Карта кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения в разрезе муниципальных районов Пермского края (по данным [12])

Материалы и методика исследования

Единственным открытым информационным ресурсом, на основе которого можно оценить изменения площади обрабатываемых сельскохозяйственных земель за последние десятилетия, являются спутниковые данные программы Landsat, доступные за период с 1984 г. по н.в. Программа Landsat, обеспечивая уникальный многолетний ряд данных космической съемки Земли: сохранение геометрии, калибровки, покрытия, спектральных характеристик, качества изображений и доступности данных, позволяет наиболее точно оценить последствия тех или иных процессов [14]. Успешный опыт использования снимков Landsat для проведения аналогичных исследований на региональном и макрорегиональном уровнях описан в работах [7; 15; 20].

Для оценки площади обрабатываемых земель необходимо предварительно исключить из анализа лесопокрываемые территории и другие несельскохозяйственные земли. Поэтому методика работы включала следующие этапы:

1. Создание «маски» лесопокрываемых территорий по состоянию на 1986 г. Для этого использован снимок на самую раннюю доступную дату с устойчивым снежным покровом.
2. Создание «маски» лесопокрываемых территорий по состоянию на 2018 г. (также по снимку за период со снежным покровом).
3. Исключение из анализа нелесных земель, не относящихся к сельхозугодьям.
4. Определение границ пахотных земель и залежей по состоянию на 1988 и 2016 гг. по разновременным снимкам, полученным в период проведения полевых работ.

Для работы отбирались сцены с минимальной облачностью, в связи с чем не каждый вегетационный сезон можно использовать для определения пахотных земель. Всего для анализа было отобрано десять сцен (табл. 1), в том числе две за период со снежным покровом (использованы для создания «маски» лесопокрываемой территории) и восемь сцен за период проведения полевых работ (для оценки использования пахотных земель).

Таблица 1

Характеристика используемых сцен Landsat

<i>n/n</i>	<i>Задача</i>	<i>Спутник (сенсор)</i>	<i>Дата съемки</i>
1	Создание «маски» лесопокрываемых территорий по состоянию на 1986 г.	Landsat-5 (TM)	23.11.1986
2	Создание «маски» лесопокрываемых территорий по состоянию на 2018 г.	Landsat-8 (OLI)	04.03.2018
3	Определение пахотных земель по состоянию на 1988 г.	Landsat-5 (TM)	04.05.1988
		Landsat-5 (TM)	21.06.1988
		Landsat-5 (TM)	23.07.1988
		Landsat-5 (TM)	24.08.1988
4	Определение пахотных земель по состоянию на 1986 г.	Landsat-8 (OLI)	17.05.2016
		Landsat-8 (OLI)	02.06.2016
		Landsat-8 (OLI)	04.07.2016
		Landsat-8 (OLI)	21.08.2016

Выделение лесопокрываемых территорий производится при помощи управляемой классификации снимка на два класса (лесопокрываемые и безлесные территории). Используются ближний инфракрасный, красный и зеленый спектральные каналы (комбинация «Искусственные цвета»). В результате лесопокрываемые территории были исключены из дальнейшего анализа.

Далее для определения границ сельхозугодий были исключены заведомо несельскохозяйственные земли – лесные вырубки, населенные пункты, транспортная инфраструктура, водные объекты, обрывы, овраги и другие территории, на которых невозможно производить вспашку. Для этого использованы векторные топографические слои карты Пермского края масштаба 1:100000, а также визуальное дешифрирование исходных снимков. В результате выделены области, которые могут рассматриваться как сельскохозяйственные угодья. Визуальная проверка полученных границ выполнена по данным землеустройства 1980-х гг. Фрагмент сравнения представлен на рис. 2, из которого следует, что площадь выделенных по снимку сельхозугодий незначительно завышена в сравнении с данными землеустройства.

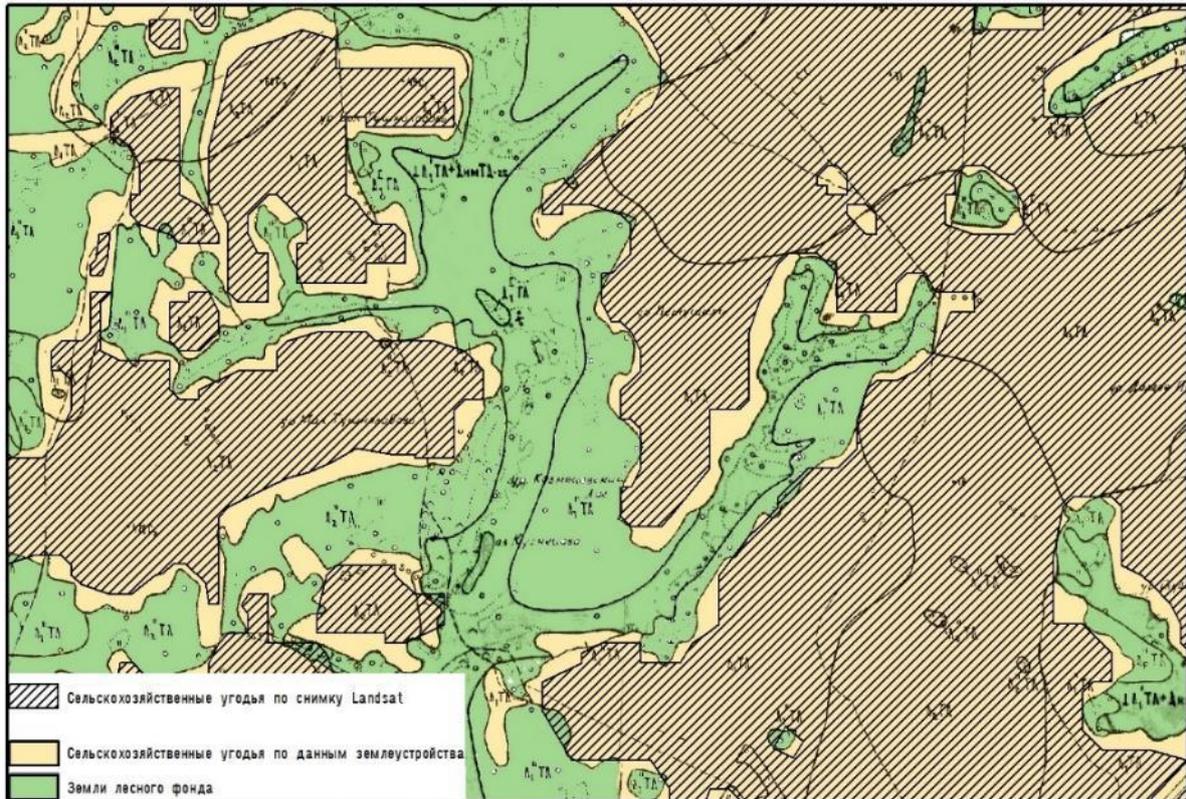


Рис. 2. Пример сравнения результата классификации с данными землеустройства

На следующем этапе были выделены сельхозугодья, которые в период с 1986 по 2018 г. заросли лесной растительностью. Для этого по снимку Landsat за март 2018 г. проведено создание «маски» лесопокрытых территорий в границах сельскохозяйственных угодий, выделенных по состоянию на 1986 г. В результате выявлены территории, которые в 1986 г. были сельскохозяйственными угодьями, но к 2018 г. оказались покрыты лесом. Выборочная верификация проведена по снимкам сверхвысокого разрешения, полученным с открытого сервиса ESRI World Imagery (рис. 3). Оценка использования пахотных земель производится также в границах полученной по зимним снимкам маски сельскохозяйственных угодий. Основным признаком, позволяющим отличить пашню от залежи, является наличие открытого грунта (распаханности) хотя бы один раз в течение вегетационного сезона. Основная часть таких территорий выявляется на снимках, полученных в мае – начале июня.

Для разделения пахотных земель и залежей была использована методика, описанная в работе [15]. В соответствии с данной методикой был создан мультитременной композит из красного, ближнего инфракрасного и коротковолнового инфракрасного каналов нескольких безоблачных снимков, полученных в течение вегетационного периода. Полученное растровое изображение классифицируется с помощью неуправляемой попиксельной классификации ISODATA на большое количество классов (не менее 50). В дальнейшем из полученных классов (кластеров) были выделены классы пахотных земель и залежей. К классу пахотных земель относятся участки, на которых хотя бы раз за вегетационный период был зафиксирован открытый грунт. Поскольку открытый грунт имеет очень высокую яркость в среднем инфракрасном канале, такие участки выделяются при классификации достаточно надежно. В свою очередь, к залежам отнесены участки сельхозугодий, на которых признаки обработки земель (распашки) не зафиксированы ни по одному снимку.

При выделении класса распаханых земель из результатов классификации ISODATA использовались визуально различимые признаки открытого грунта, а именно коричневатый оттенок почв в синтезе каналов: ближний инфракрасный, красный и зеленый. Указанный признак отличается простотой и надежностью применения для дешифрирования распаханых полей [16]. Используя его, можно последовательно провести идентификацию полей с открытой почвой по серии используемых

снимков, после чего установить поля, которые были распаханы и находились без растительного покрова.

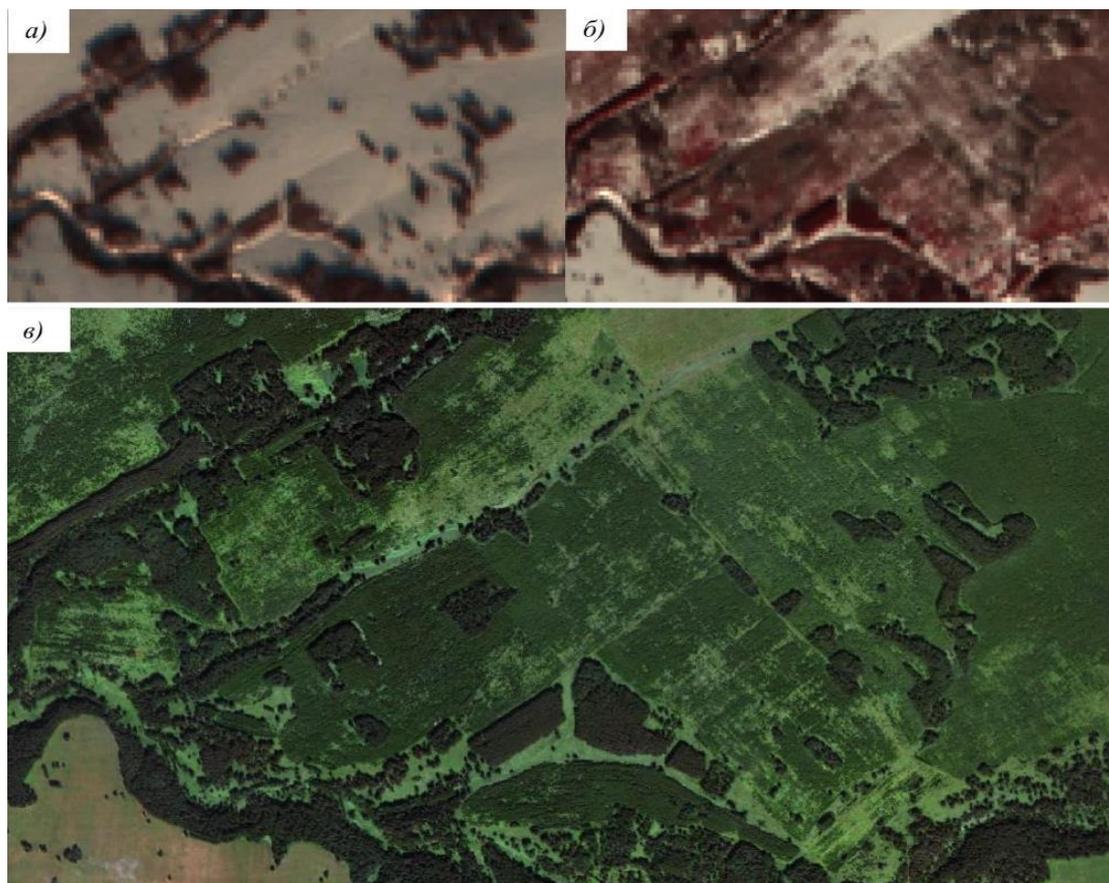


Рис. 3. Процесс зарастания древесно-кустарниковой растительностью:
а – Landsat 5 (1986 г); б – Landsat 8 (2018 г); в - сервис ESRI World Imagery (2014 г.)

Результаты и их обсуждение

В результате анализа разновременных снимков и последующих арифметических операций с полученными растрами были оценены масштабы зарастания сельхозугодий лесной растительностью за период с 1986 по 2018 г. (рис. 4), а также выявлены площади обрабатываемых сельскохозяйственных земель за этот же период (рис. 5, табл. 2).

Можно заметить, что в 1980-е гг. более 98% общей площади сельскохозяйственных земель были вовлечены в активную обработку. Однако спустя годы упадка сельхозпроизводства площадь территорий, выбывших из-за зарастания древесно-кустарниковой растительностью, составила 61,9 тыс. га (28,6%). В целом общая площадь пахотных земель сократилась на 142,55 тыс. га. В залежном состоянии находятся 83,06 тыс. га (38,4%), дальнейшее неиспользование данных территорий может повлечь за собой их зарастание и дальнейшую непригодность для производства. Зарастание связано в большей степени с экономическими факторами, уровень сельскохозяйственной освоенности на протяжении 30 лет постепенно уменьшался. Преимущественно зарастанию подвержены сельхозугодья, расположенные на окраинах крупных лесных массивов, неудобных для механизированной обработки территориях. Существенно повлияла и отдаленность зарастающих полей от крупных населенных пунктов, что определяет важность оценки транспортной доступности.

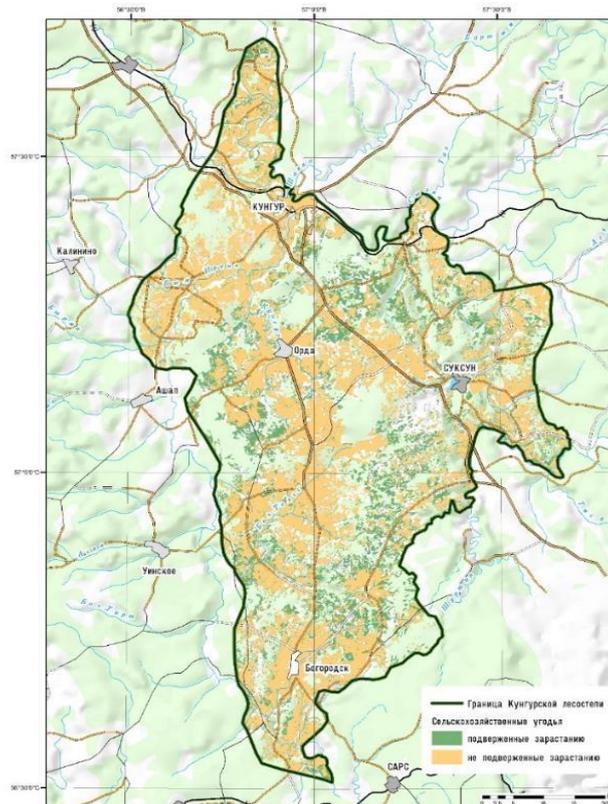


Рис. 4. Зарастание земель сельскохозяйственного назначения в пределах Кунгурской лесостепи древесно-кустарниковой растительностью за период 1986-2018 гг.

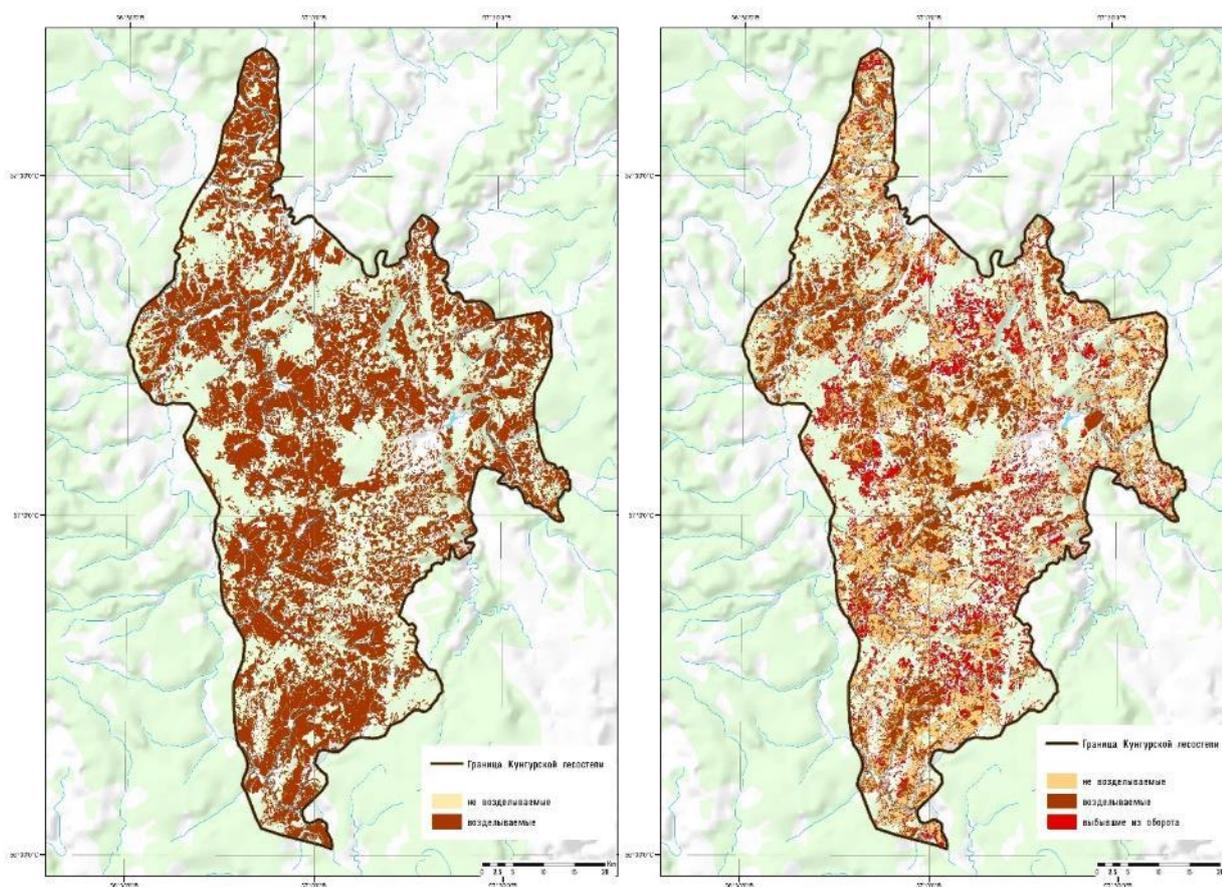


Рис. 5. Использование пахотных земель за 1988 и 2016 гг.

Таблица 2

Сводная таблица площадей по результатам исследования

Обрабатываемые земли	Площадь	
	тыс. га	%
Сельскохозяйственные угодья на 1986 год	216,37	100,0
Сельскохозяйственные угодья на 2018 год	154,47	71,4
Пахотные земли на 1988 год	213,96	98,9
Пахотные земли на 2016 год	71,41	33,0
Территории зарастания	61,90	28,6
Неиспользуемые земли	83,06	38,4

Рассмотрена эффективность использования сельскохозяйственных угодий Кунгурской лесостепи в разрезе границ муниципальных районов (табл. 3). За 100% принята площадь сельхозугодий в каждом районе, входящих в пределы Кунгурской лесостепи

Таблица 3

Данные залесенности и использования сельскохозяйственных угодий в разрезе муниципальных районов

Муниципальный район	Общая площадь с/х угодий по снимку Landsat, га	В том числе на н.в.					
		пахотные земли		залежные земли		заросшие земли	
		га	%	Га	%	Га	%
Кишертский район	17228,15	3645,43	21,16	7135,69	41,42	6447,04	37,42
Кунгурский городской округ	1531,90	156,79	10,23	508,09	33,17	867,02	56,60
Кунгурский район	48331,78	20371,86	42,15	17796,53	36,82	10163,39	21,03
Октябрьский район	39283,42	10820,53	27,54	16430,56	41,83	12032,33	30,63
Ординский район	51133,42	20993,52	41,06	17906,76	35,02	12233,15	23,92
Суксунский район	44786,00	12770,15	28,51	16370,47	36,55	15645,38	34,93
Уинский район	14075,32	2651,72	18,84	6911,90	49,11	4511,69	32,05

Наиболее активно возделываются земли на территории Кунгурского (42,15%) и Ординского (41,06%) районов, при этом площади земель, заросших древесно-кустарниковой растительностью, составляют всего 21,03 и 23,92% соответственно. Наибольшие негативные изменения видны на территории Кунгурского городского округа. Однако общая площадь сельскохозяйственных угодий здесь достаточно мала (1,5 тыс. га), также нужно учитывать особый правовой режим этой территории, направленный скорее на развитие городской застройки, нежели сельского хозяйства.

Ниже всего доля обрабатываемых пахотных земель отмечается в Уинском районе (18,81%), в оставшихся районах этот показатель составляет 20–30%. В целом, по Кишертскому, Октябрьскому, Суксунскому и Уинскому районам процент заросших земель варьируется от 30 до 40%.

Выводы

В данном исследовании применена методика определения пахотных земель, основанная на использовании разновременных и разносезонных космических снимков Landsat. Выделены три класса сельскохозяйственных угодий: обрабатываемые земли, залежные земли и зарастающие древесно-кустарниковой растительностью. Потери пахотных земель вследствие зарастания за 30 лет составили 61,9 тыс. га. В залежном состоянии находится еще 83,06 тыс.га (38,4%), и дальнейшее неиспользование данных территорий может повлечь за собой их зарастание. Общая площадь пахотных земель сократилась на 142,55 тыс.га.

Наиболее эффективно используются сельскохозяйственные угодья на территории Кунгурского и Ординского районов, однако и здесь доля пахотных земель превышает долю залежей всего на 6%. На территории других муниципальных районов площадь залежей превышает площадь пашни.

В основном сокращение пахотных земель обусловлено экономическими факторами, такими как сокращение крупных сельскохозяйственных производств в целом, в то время как малым предприятиям достаточно затратно возделывать территории, отдаленные от крупных населенных пунктов и с плохой транспортной доступностью.

Библиографический список

1. Атлас Пермского края / под общ. ред. А.М. Тартаковского. Пермь, 2012. 124 с. URL: http://www.psu.ru/files/docs/science/books/atlas/Atlas_Perminian.pdf (дата обращения: 05.11.2018).
2. Балашикевич Ю.А. Зарастание бывших сельскохозяйственных земель древесной растительностью // Актуальные проблемы лесного комплекса: сб. науч. тр. по итогам межд. науч.-техн. конф. / под ред. Е. А. Памфилова. М., 2006. №13. С. 4–6.
3. Вараксин Г.С., Вайс А.А., Байкалов Е.М. Зарастание древесной растительностью земель сельскохозяйственного назначения // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2012. №5. С. 201–205.
4. Вологжанина Т.В. Серые лесные почвы зоны широколиственных лесов Русской равнины: монография. Пермь: Изд-во ПГСХА, 2005. 454 с.
5. Гульбе А.А. Процесс формирования молодняков древесных пород на залежи в Южной тайге: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16. М., 2009. 23 с.
6. Долматова Л.Г. Характеристика экологического состояния земельно-ресурсного потенциала и процессов его деградации // Экономика и экология территориальных образований. 2015. №3. С. 89–93.
7. Иванов М.А., Прищепов А.В., Голосов В.Н., Залялиев Р.Р., Ефимов К.В., Кондратьева А.А., Киняшова А.Д., Ионова Ю.К. Методика картографирования динамики пахотных угодий в бассейнах рек Европейской территории России за период 1985–2015 гг. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2017. Т. 14. №5. С. 161–171.
8. Коротаев Н.Я. Почвы Пермской области. Пермь, 1962. 278 с.
9. Крылов П.Н. Материал к флоре Пермской губернии // Тр. О-ва естествоиспытателей при Казан. ун-те. 1878. Т. 6, вып. 6. 110 с.
10. Наумкин Д.В. Птицы кунгурской островной сосново-березовой лесостепи // Труды ГПЗ «Басеги». Пермь : Изд-во П. Г. Богатырёв, 2013. Вып. 3. 226 с.
11. Об утверждении методических указаний по государственной кадастровой оценке земель сельскохозяйственного назначения.: приказ Минэкономразвития РФ от 20.09.2010 г. № 445. М., 2010.
12. Об утверждении результатов определения кадастровой стоимости земельных участков в составе земель сельскохозяйственного назначения на территории Пермского края и минимальных и средних значений удельных показателей кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения в разрезе видов использования и муниципальных районов (городских округов) Пермского края: постановление Правительства Пермского края от 23.10.2013 г. №1479-п. М., 2013.
13. Овёсцов С.А. Конспект флоры Пермской области. Пермь, 1997. 252 с.
14. Официальный сайт геологической службы США. URL: <https://www.usgs.gov/> (дата обращения: 05.11.2018).
15. Стыценок Е.А. Возможности распознавания сельскохозяйственных угодий с использованием методики совместной автоматизированной обработки разносезонных многозональных космических изображений. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2017. Т. 14. №5. С. 172–183.
16. Терехин Э.А. Методические основы оценки площади чистых паров на основе данных дистанционного зондирования. // Научные ведомости. Сер. Естественные науки. 2014. Вып. 26. №3(174). URL:https://www.researchgate.net/publication/274457715_Metodiceskie_osnovy_ocenki_plosadi_cistyh_parov_na_osnove_dannyh_distancionnogo_zondirovaniya (дата обращения: 05.11.2018).
17. Чазов В.А. О географии лесов Кунгурского района // Уч. зап. Пермского университета. 1957. Т. 11. Вып. 2. С. 145–154.
18. Prishchepov A.V., Müller D., Baumann M., Kuemmerle T., Alcantara C., Volker C. Radeloff. Underlying Drivers and Spatial Determinants of post-Soviet Agricultural Land Abandonment in Temperate Eastern Europe https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-42638-9_5 (дата обращения: 05.11.2018).
19. Prishchepov A.V., Radeloff V.C., Baumann M., Kuemmerle T., Müller D. (2012b) Effects of institutional changes on land use: agricultural land abandonment during the transition from state-command to market-driven economies in post-Soviet Eastern Europe. *Environ Res Lett* 7 (2) (June 1):024021.
20. Prishchepov A.V., Volker C. Radeloff, Dubinin M., Alcantara C. The effect of Landsat ETM/ETM+ image acquisition dates on the detection of agricultural land abandonment in Eastern Europe *Remote Sensing of Environment*. 2012. 126 P. 195–209.

References

1. *Atlas Permskogo kraja* [Atlas of the Perm region] / under the editorship S. V. Pyankov. Perm.gos.nac.issled.un-t.Perm. 2012. URL: <http://www.psu.ru/files/docs/science/books/atlas> (Accessed 05 November 2018).
2. Balashkevich Yu.A. *Zarastanie byvshikh selskokhozyaystvennykh zemel drevesnoy rastitelnost'yu* [Regeneration of forest vegetation on abandoned agricultural lands] Aktualnye problemy lesnogo kompleksa. – Vyp. 13. – Bryansk: BGITA, 2006. – S. 4-6.
3. Varaksin G.S., Weiss A.A., Baykalov E.M. *Zarastanie drevesnoj rastitel'nost'yu zemel sel'skoxozyajstvennogo naznacheniya* [Forest vegetation regeneration on agricultural lands] Herald KrasGAU. Number 5. 2012. p. 201-205.
4. Vologzhanina T. V. *Serye lesnye pochvy zony shirokolistvennykh lesov Russkoi ravniny : monografiya* [Grey forest soils of broadleaves forests zone of Russian plain], Perm' : Izd-vo PGSKhA, 2005, 454 p.
5. Gulbe A.Ya. *Protsess formirovaniya molodn'akov dr'ev'esnykh porod na zal'ezhy v yuzhnoy tayge* [The process of forming young tree stand on abandoned agricultural lands of south taiga], Abstract of diss. Cand. Biol. sci., M., 2009. 22 p. (in Russ).
6. Dolmatova L.G. *Harakteristika ehkologicheskogo sostoyaniya zemelno-resursnogo potentsiala i processov ego degradacii* [Characteristics of the ecological state of land and resource potential and processes of its degradation]. *Ehkonomika i ehkologiya-territorialnyh-obrazovaniy*. 2015. №3.
7. Ivanov M.A., Prishchepov A.V., Golosov V.N., Zalyaliev R.R., Efimov K.V., Kondrat'eva A.A., Kinyashova A.D., Ionova Yu.K. *Metodika kartografirovaniya dinamiki paxotny'x ugodij v bassejnax rek Evropejskoj territorii Rossii za period 1985–2015 gg.* [Method of croplands dynamics mapping in river basins of the European part of Russia for the period of 1985–2015]. *Sovremennyye problemy distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*. 2017. T. 14. № 5. C. 161–171.
8. Korotaev N. Ya. *Pochvy Permskoi oblasti* [Soils of Permskaya oblast], Perm', 1962, 278 p.;
9. Krylov P.-N. *Material k flore Permskoj gubernii*. [Material to the flora of the Perm province] Tr. O-va estestvoispytatelej pri Kazan. un-te. 1878. T.6, Vyp. 6. 110 s.
10. Naumkin D. V. *Ptitsy kungurskoj ostrovnoi sosnovo-berezovoi lesostepi* [Birds of Kungur island pine-birch forest-steppe], Trudy GPZ «Basegi». Perm' : Izd-vo P. G. Bogatyrev, 2013, Issue 3, 226 p.
11. On approval of the Methodological Guidelines for the State Cadastral Valuation of Agricultural Lands: Order of the Ministry of Economic Development of the Russian Federation of 20.09.2010, N 445.
12. On approval of the results of determining the cadastral value of land plots in agricultural land in the Perm Territory and the minimum and average values of specific indicators of the cadastral value of agricultural land in terms of uses and municipal districts (urban districts) of the Perm Territory: Resolution of the Government of the Perm Territory from 23.10. 2013 No. 1479-p.
13. Ovesnov S. A. *Konspekt flory Permskoi oblasti* [Thesis on flora of Permskaya oblast], Perm' : Izd-vo PGU, 1997.
14. The official website of the US Geological Survey. URL: <https://www.usgs.gov/> (Accessed 05 November 2018).
15. Stytsenko E.A. *Vozmozhnosti raspoznavaniya sel'skoxozyajstvenny'x ugodij s ispol'zovaniem metodiki sovmestnoj avtomatizirovannoj obrabotki raznosezonny'x mnogoazonal'ny'x kosmicheskix izobrazhenij* [Evaluation of the possibilities to classify agricultural lands using multi-seasonal satellite data processing]. *Sovremennyye problemy distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*. 2017. T. 14. № 5. C. 172–183;
16. Terekhin E.A. *Metodicheskie osnovy otsenki ploshchadi chistykh parov na osnove dannykh distantsionnogo zondirovaniya* [Methodical basis for estimating the area of pure vapor based on remote sensing data] *Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta*. Seriya: Estestvennye nauki. 2014. Vol. 26. № 3 (174). P. 148-156. (Accessed 05 November 2018);
17. Chazov V. A. *O geografii lesov Kungurskogo raiona* [About geography of forests in Kungur district], Uch. zap. Permskogo universiteta, 1957, Vol. 11, Issue 2, pp. 145-154.
18. Prishchepov A.V., Radeloff V.C., Baumann M., Kuemmerle T., Müller D. (2012b) Effects of institutional changes on land use: agricultural land abandonment during the transition from state-command to market-driven economies in post-Soviet Eastern Europe. *Environ Res Lett* 7 (2) (June 1):024021;
19. Prishchepov A.V., Müller D., Baumann M., Kuemmerle T., Alcantara C., Volker C. Radeloff. Underlying Drivers and Spatial Determinants of post-Soviet Agricultural Land Abandonment in Temperate Eastern Europe https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-42638-9_5;

20. Prishchepov A.V., Volker C. Radeloff, Dubinin M., Alcantara C.. The effect of Landsat ETM/ETM+ image acquisition dates on the detection of agricultural land abandonment in Eastern Europe Remote Sensing of Environment 126 (2012) 195–209/

Поступила в редакцию: 21.11.2018

Сведения об авторе

Белоусова Анна Павловна

ассистент кафедры картографии и геоинформатики,
Пермский государственный национальный исследовательский университет;
Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, д. 15

About the author

Anna P. Belousova

Assistant, Department of Cartography and Geoinformatics, Perm State University;
15, Bukirev st., Perm, 614990, Russia

e-mail: uran399@mail.ru

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Белоусова А.П. Анализ использования пахотных земель по спутниковым снимкам landsat на примере Кунгурской лесостепи // Географический вестник = Geographical bulletin. 2018. №4(47). С. 133–143. doi 10.17072/2079-7877-2018-4-133-143

Please cite this article in English as:

Belousova A.P. The analysis of the use of agricultural lands based on landsat images on the example of Kungur forest-steppe // Geographical bulletin. 2018. №4(47). P. 133–143. doi 10.17072/2079-7877-2018-4-133-143