

КАРТЫ И ГИС В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ И ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИИ

MAPS AND GIS IN AGRICULTURE AND LAND USE

УДК 528:[332.33+631.9]

DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-5-18

Т.А. Воробьева¹, Е.Н. Смагулов²

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ В СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЕ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

АННОТАЦИЯ

Сельскохозяйственное использование земельных ресурсов сухостепных районов Северного Казахстана претерпело существенные изменения в течение прошлого века и продолжает меняться в настоящее время. Срединное положение в регионе занимает Акмолинская область – одна из ведущих сельскохозяйственных областей, где производят 9,3 % валового выпуска сельскохозяйственной продукции страны. Главные отрасли сельского хозяйства в области – зерновое хозяйство и молочно-мясное скотоводство. Изучение динамики соотношения площадей пахотных и пастбищных земель, произошедших изменений в состоянии агроландшафтов в результате длительного использования важно для дальнейшего развития аграрной отрасли в регионе. На примере Астраханского района Акмолинской области, типичного для сухостепной зоны, проведен анализ изменения структуры сельскохозяйственных земель с 1953 по 2020 г. с помощью серии цифровых карт, составленных по детальным картам научно-справочных атласов Северного Казахстана 1964 и 1970 годов, разновременных данных дистанционного зондирования, архивных материалов и данных современной статистики. Полученные карты визуализируют значительные изменения площадей пахотных угодий в пределах района исследования за последние 70 лет. Выделено семь основных периодов, во время которых происходили наиболее значимые изменения в структуре использования земельных угодий в результате политических, экономических и природных факторов. В годы освоения целинных и залежных земель наблюдались наиболее высокие темпы увеличения площади пашни, которые продолжались в меньших размерах до 1990 года. Период 1991–1999 гг. характеризуется масштабным сокращением пахотных угодий и забрасыванием пастбищ. Затем последовали два периода постепенного восстановления использования пахотных и пастбищных угодий. Составленная комплексная карта динамики использования сельскохозяйственных земель с 1988 по 2020 г. позволила выявить пространственные и временные закономерности в изменениях структуры использования сельскохозяйственных земель, определить к каким конкретным природным типам земель относились забрасываемые угодья и каким восстанавливаемые. Пространственный анализ показал, что за последние 30 лет более половины площади района не меняло вид землепользования. Полученные результаты используются для выбора оптимального соотношения пахотных и пастбищных земель в структуре сельскохозяйственного землепользования, а также для разработки стратегии рационального использования сельскохозяйственных земель в зоне рискованного земледелия.

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Географический факультет, Ленинские горы, д. 1, 119991, Москва, Россия, *e-mail*: tvorobyova@yandex.ru

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Географический факультет, Ленинские горы, д. 1, 119991, Москва, Россия, *e-mail*: elaman_smagulov@mail.ru

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: геоинформационное картографирование, структура и динамика сельскохозяйственного землепользования, дистанционное зондирование, Северный Казахстан.

Tatiana A. Vorobyova¹, Yelaman N. Smagulov²

MAPPING DYNAMICS OF AGRICULTURAL LAND USE IN THE DRY STEPPE ZONE OF THE NORTHERN KAZAKHSTAN

ABSTRACT

The agricultural use of land resources in the dry steppe regions of Northern Kazakhstan has undergone significant changes over the past century and continues to change at the present time. The middle position in the region is occupied by the Akmola region, one of the leading agricultural regions, where 9.3 % of the country's gross agricultural output is produced. The main branches of agriculture in the region are grain farming and dairy and beef cattle breeding. The study of the change in the ratio of the areas of arable and pasture lands, the changes that have occurred in the state of agricultural landscapes as a result of long-term use is important for the further development of the agricultural industry in the region. Using the example of the Astrakhan district of the Akmola region, typical for the dry steppe zone, an analysis of changes in the structure of agricultural land from 1953 to 2020 was carried out. with the help of a series of digital maps compiled from detailed maps of scientific reference atlases of Northern Kazakhstan in 1964, 1970, remote sensing data of different times, archival materials and data of modern statistics. The resulting maps visualize significant changes in cropland areas within the study area over the past 70 years. Seven main periods were identified, during which the most significant changes in the structure of land use occurred as a result of political, economic and natural factors. During the years of development of virgin and fallow lands, the highest rates of increase in arable land were observed, which continued on a smaller scale until 1990. The period from 1991-1999 characterized by a large-scale reduction of arable land and abandonment of pastures. This was followed by two periods of gradual restoration of the use of arable and rangelands. Compiled comprehensive map of the dynamics of agricultural land use from 1988 to 2020 made it possible to identify spatial and temporal patterns in changes in the structure of agricultural land use, to determine to which specific natural types of lands the abandoned lands belonged and to which restored ones. Spatial analysis showed that over the past 30, more than half of the area's area has not changed the type of land use. The results obtained are used to select the optimal ratio of arable and pasture lands in the structure of agricultural land use, as well as to develop a strategy for the rational use of agricultural land in the zone of risky farming.

KEYWORDS: the structure and dynamics of agricultural land use, geoinformation mapping, Northern Kazakhstan, remote sensing.

ВВЕДЕНИЕ

В течение прошлого столетия сельскохозяйственное землепользование территории Северного Казахстана, как и других важных зернопроизводящих регионов мира, претерпело существенные изменения [Люри и др. 2010]. Если в начале XX века земельные ресурсы региона использовались в основном в качестве пастбищных угодий различной

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Leninskie Gory 1, 119991, Moscow, Russia, e-mail: tvorobyova@yandex.ru

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Leninskie Gory 1, 119991, Moscow, Russia, e-mail: elaman_smagulov@mail.ru

сезонности, то в результате освоения целинных и залежных земель в 1954–1965 гг. большая часть степных и сухостепных ландшафтов была распахана [Николаев, 1999]. Быстрое расширение посевных площадей принесло кратковременный положительный эффект в зерновом производстве [Дронин, Кириленко, 2012]. Однако отсутствие соответствующих севооборотов и почвозащитных систем земледелия привело к широкомасштабной деградации почв пашни за счёт проявления дефляционных процессов, вследствие чего часть распаханных целинных земель была оставлена под залежь [Николаев, 1999]. Внедрение почвозащитной системы земледелия академиков Т.С. Мальцева и А.И. Бараева, главным элементом которой стала безотвальная зяблевая вспашка и сохранение стерни на полях, позволило ослабить дефляцию и продолжить увеличение пахотных земель в регионе.

В результате социально-экономических преобразований, последовавших за распадом СССР в 1991 г., из оборота выбыло большинство возделываемых земель и значительно сократилось поголовье скота. После 2000 г. сельскохозяйственное производство Казахстана начало восстанавливаться в ответ на политические реформы, увеличивающуюся государственную поддержку агропромышленного комплекса и рост рыночных цен на зерно в мире [Григорук, Климов, 2016]. В настоящее время в регионе наблюдается одновременное увеличение посевной площади сельскохозяйственных культур и поголовья основных видов скота¹. Дальнейшее развитие растениеводческой отрасли за счёт расширения посевных площадей уже не представляется возможным ввиду практически полного исчерпания пригодных под пашню земель и растущего спроса на естественные кормовые угодья для животноводческих хозяйств [Kraemer et al., 2015]. В этой связи актуальным становится вопрос о пересмотре современной структуры землепользования Северного Казахстана в целях обеспечения рационального использования земельных ресурсов, что вызывает необходимость комплексного изучения пространственной и временной динамики сельскохозяйственных угодий в регионе.

Официальная статистика сельского хозяйства и использования земель часто оказывается неполной, недостоверной или крайне сомнительной, особенно за годы социально-экономических и политических потрясений [Prishchepov et al., 2012]. Альтернативным источником информации об изменениях в землепользовании могут послужить данные дистанционного зондирования, которые восполняют пробелы в статистике и визуализируют территориальную структуру сельскохозяйственного землепользования [Land Cover, Land use Changes..., 2012]. Применение детальных карт, созданных на основе спутниковых изображений, уже показало свою эффективность при пространственном анализе динамики сельскохозяйственных угодий и растительного покрова в степных и сухостепных районах Казахстана [Терехов, 2011; Kraemer et al., 2015; Тельнова, 2017; Зенгина и др., 2019 и др.].

Цель данного исследования заключается в выявлении динамики структуры сельскохозяйственных земель в сухостепной зоне Северного Казахстана с 1953 по 2020 г. на примере Астраханского района Акмолинской области на основе материалов комплексных научно-справочных атласов и данных дистанционного зондирования.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Астраханский район располагается в центре Акмолинской области (рис. 1) и занимает территорию площадью 7 378 км², что составляет 5 % территории области. В состав района входят 34 села, в которых проживает 23,6 тыс. человек или 3,2 % населения всей области⁵. Административный центр – село Астраханка. Транспортное сообщение с ближайшими городами – Атбасаром и столицей Нур-Султан – поддержи-

¹ Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. Электронный ресурс: <https://www.stat.gov.kz/> (дата обращения 12.07.2020).

вается железнодорожными путями и автомобильными дорогами международного и республиканского значения [Национальный..., 2006].

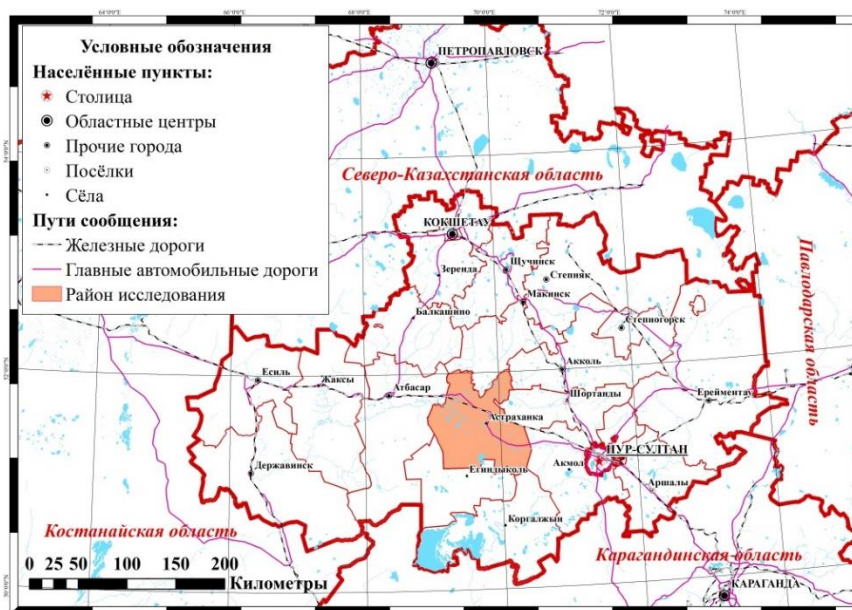


Рис. 1. Географическое положение района исследования
Fig. 1. Geographical location of the study area

Большая часть района представляет собой равнинную территорию, рассечённую текущей с юго-востока на северо-запад рекой Есиль (Ишим). Правобережная половина района – денудационные и денудационно-пролювиальные равнины, дренируемые правыми притоками Есиля, крупнейший из которых – Колутон – образует, как и собственно Есиль, широкую пойму с кустарниковыми, тростниковыми зарослями и галофитными лугами. На территории отмечается большое разнообразие почв: наиболее плодородные чернозёмы южные карбонатные на крайнем севере и северо-востоке, тёмно-каштановые в центре междуречья Есиля и Колутона, комплексы чернозёмов южных солонцеватых, тёмно-каштановых солонцеватых и луговых с солонцами, пойменные и другие почвы. Именно в этой части района сконцентрированы административный центр, наиболее крупные сёла, а также проходят важные транспортные пути [Национальный... 2006].

Сухостепное левобережье занимает практически полностью распаханную и испещрённую небольшими по площади бессточными озёрами озёрно-аллювиальную равнину с крупными однородными массивами тёмно-каштановых карбонатных почв и мелкосопочник с типчаково-ковыльной растительностью на тёмно-каштановых солонцеватых почвах с солонцами на западе района [Национальный..., 2006]. Эта часть района характеризуется низкой плотностью населения, причиной чего являются слабая транспортная доступность, более засушливые условия климата и острый дефицит пресной воды [Николаев, 1999].

Таким образом, Астраханский район служит ярким примером аграрного района сухостепной зоны Северного Казахстана. Согласно официальным данным Комитета по управлению земельными ресурсами Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан¹ доля всех сельскохозяйственных угодий (95,2 %) в современной структуре

¹ Сводный аналитический отчет о состоянии и использовании земель Республики Казахстан за 2019 год. Нур-Султан: Комитет по управлению земельными ресурсами Министерства сельского хозяйства РК, 2020.

земель района¹, а также пашни (55,6 %) и сенокосов (5,0 %) превышает областные, региональные и республиканские значения (табл. 1). При таком же сравнении доля пастбищ в районе заметно ниже – 32,1 %, что указывает на преимущественно растениеводческую специализацию аграрного сектора. В структуре валового выпуска сельскохозяйственной продукции района доминирует зерновое производство (57 %). Основная сельскохозяйственная культура в Астраханском районе, как и в Северном Казахстане в целом – яровая пшеница, которая занимает 87 % посевной площади района.

Табл. 1. Современная структура сельскохозяйственных угодий
Table 1. Current structure of agricultural lands

	Общая площадь в тыс. га	Сельскохозяйственные угодья		в том числе							
				Пашни		Залежь		Сенокосы		Пастбища	
		тыс. га	%	тыс. га	%	тыс. га	%	тыс. га	%	тыс. га	%
Астраханский район	737,9	702,8	95,2	410,5	55,6	18,0	2,4	37,1	5,0	237,0	32,1
Акмолинская область	14613,2	13123,8	89,8	6035,8	41,3	393,7	2,7	241,6	1,7	6442,4	44,1
Северный Казахстан	56567,8	50829,7	89,9	18951,3	33,5	1555,0	2,7	924,5	1,6	29355,3	51,9
Республика Казахстан	272490,2	219800,9	80,7	26011,1	9,5	3978,2	1,5	5132,6	1,9	184464,0	67,7

Имеющаяся статистика сельского хозяйства Астраханского района за 1991–2019 гг.² позволяет установить, что экономические, социальные и институциональные изменения в аграрном секторе сократили посевную площадь сельскохозяйственных культур с 423,9 тыс. га в 1991 г. до 234,9 тыс. га к 1999 г., то есть практически в 2 раза (рис. 2). За этот же промежуток времени значительно уменьшилось поголовье основных видов скота: крупного рогатого с 77,5 тыс. до 19,7 тыс. голов (в 4 раза), овец и коз с 56,6 тыс. до 8,1 тыс. голов (в 7 раз), лошадей с 5,8 тыс. до 3,9 тыс. голов (в 1,5 раза). Лишь начиная с 2000 г. заброшенные в 1990-х гг. пахотные земли были частично возвращены в оборот, а поголовье скота несущественно увеличилось. Стоит отметить, что посевная площадь и в особенности поголовье крупного рогатого скота, овец и коз так и не достигли уровня 1991 г. В качестве исключения выступает поголовье лошадей, которое на 2019 г. достигло 9,8 тыс. голов, что превышает значение 1991 г. в полтора раза.

Для анализа территориальной структуры сельскохозяйственных угодий в пределах Астраханского района в 1950-х и 1960-х гг. были векторизованы карта освоения целинных земель (масштаб 1:3 000 000) из Атласа Целинного края (1964) и карта сельскохозяйственного использования земель (масштаб 1:2 500 000) из Атласа Северного Казахстана (1970). Атлас Целинного края составлен на основании материалов полевых исследований двух комплексных экспедиций географического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова: Кустанайской (1956–1961 гг.) и Целинной (1962–1963 гг.). На карте освоения целинных земель изображено пространственное распределение пахотных земель Северного Казахстана к началу

¹ Экспликация земель Акмолинской области Республики Казахстан по состоянию на 24.11.2017 г.

² Департамент статистики Акмолинской области Комитета по статистике Министерства Национальной экономики Республики Казахстан. Электронный ресурс: https://old.stat.gov.kz/faces/akmola/reg_main/ (дата обращения 12.07.2020).

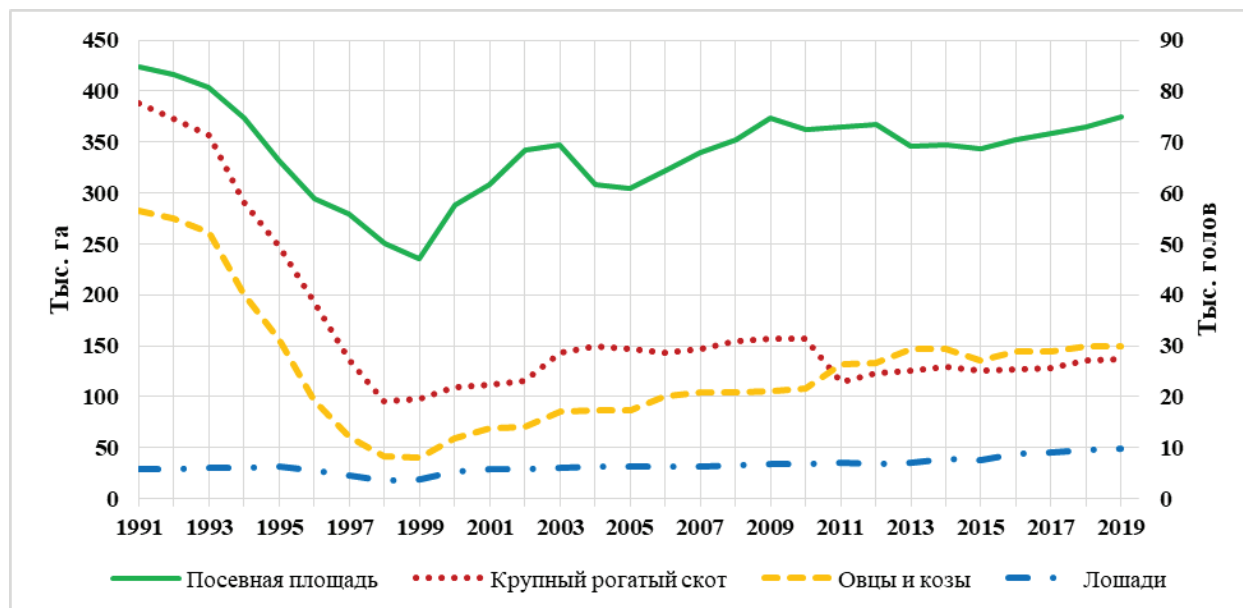


Рис. 2. Динамика посевной площади сельскохозяйственных культур и поголовья основных видов скота в Астраханском районе с 1991 по 2019 гг.

Fig. 2. Dynamics of cropland area and main livestock species number in Astrakhan district, 1991–2019

освоения целины (1953 г.) и освоенных в 1954–1961 гг., а также пастбищ и сенокосов [Воробьева и др., 1964]. Карта сельскохозяйственного использования земель из Атласа Северного Казахстана показывает размещение и способы использования пахотных земель и естественных кормовых угодий с указанием выращиваемых сельскохозяйственных культур и видов выпасаемого скота на конец 1960-х гг. [Бунякова и др., 1970]. Обе карты составлены по крупномасштабным планам землепользования, что определило их высокую детальность. Карты были отсканированы, географически привязаны и оцифрованы в ПК ArcGIS, в результате чего были созданы векторные слои с двумя классами использования земель: «пахотные угодья» и «естественные кормовые угодья», по трём временным срезам: 1953 год – до начала целинной кампании, 1961 год – пик целинной кампании и 1969 год – после окончания целинной кампании.

Оценка изменений сельскохозяйственного землепользования с конца 1980-х гг. до настоящего времени осуществлялась посредством анализа синтезированных спутниковых снимков Landsat (TM, +ETM и OLI/TIRS) с пространственным разрешением 30 м для территории 185 × 185 км (WRS-2 156/24). Из официального Интернет-ресурса Геологической службы США¹ были получены спутниковые снимки за 1988, 1999, 2010 и 2020 гг. Всего было использовано 10 разновременных спутниковых изображений (табл. 2), выбранных с учётом сроков сева и уборки урожая зерновых культур в районе исследования и минимального уровня облачности на момент съёмки. Наиболее предпочтительными были майские, июньские (после вспашки) и сентябрьские (после уборки урожая или осенней вспашки) снимки, поскольку именно в эти месяцы наиболее отчётливо проявляются различия между пашней и прочими сельскохозяйственными угодьями ввиду сезонного отсутствия растительного покрова сельскохозяйственных культур на полях [Kraemer et al., 2015].

¹ United States Geological Survey (USGS), Department of the Interior. Электронный ресурс: <https://earthexplorer.usgs.gov/> (дата обращения 01.09.2020).

Табл. 2. Спутниковые снимки Landsat, использованные для анализа изменений землепользования в Астраханском районе (WRS-2 156/24)

Table 2. Landsat satellite images used for land use changes analysis in Astrakhan district (WRS-2 156/24)

Временной срез	Дата снимка	Спутник и сенсоры	Облачность, %
1988 г.	22.05.1988 г.	Landsat 4-5 TM	1,00
	23.06.1988 г.		0,00
	25.07.1988 г.		0,00
	27.09.1988 г.		0,00
1999 г.	12.10.1999 г.	Landsat 7 ETM+	0,00
2010 г.	28.06.2010 г.	Landsat 4-5 TM	0,00
	30.07.2010 г.		0,00
	31.08.2010 г.		0,00
2020 г.	06.05.2020 г.	Landsat 8 OLI/TIRS	0,01
	11.09.2020 г.		17,91

В целях минимизации ошибок в определении того или иного вида землепользования каждое синтезированное многоканальное изображение с помощью автоматической кластеризации в ПК ArcGIS было разбито до 80 классов [Kraemer et al., 2015], которые затем на основе визуального дешифрирования были объединены в пять тематических классов: класс 0 – водные объекты, класс 1 – пашня, класс 2 – естественные кормовые угодья (пастбища, сенокосы), класс 3 – древесная растительность, класс 4 – прочие земли (населённые пункты, дороги и т.д.).

Для улучшения качества классифицированных данных выполнена их обработка с применением инструментов генерализации (Generalization). Использование классифицированных данных дистанционного зондирования в сочетании с векторными полигональными слоями, полученными на основе оцифрованных исторических карт, позволяет определить основные изменения в территориальной структуре сельскохозяйственного землепользования в пределах Астраханского района за последние 70 лет и представить их в виде серии карт, составленных на семь основных временных периодов.

Важным дополнением анализа динамики сельскохозяйственных угодий выступает созданная на основе спутниковых изображений комплексная карта изменения сельскохозяйственных земель, которая дифференцирует территорию исследуемого района на земельные участки с различными траекториями динамики сельскохозяйственного землепользования. С целью улучшить восприятие картографической информации отображена динамика сельскохозяйственных угодий только по последним четырём временным срезам, а все виды сельскохозяйственных земель сведены к двум тематическим классам: «пашня» и «растительный покров», включающий в себя пастбища, сенокосы и залежь. Следовательно, возможны шестнадцать вариантов изменения между этими двумя классами, из которых на карте представлены только шесть наиболее распространённых комбинаций.

В сумме изображенные шесть вариантов изменения землепользования занимают 85 % территории района. Переход «пашни» в «растительный покров» свидетельствует о выводе сельскохозяйственного угодья из пахотного фонда, когда как смена «растительного покрова» на «пашню» служит признаком вовлечения необрабатываемого земельного участка в сельскохозяйственный оборот в качестве пахотного угодья [Kraemer et al., 2015].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Составленная серия карт сельскохозяйственного землепользования по семи временным срезам демонстрирует значительные пространственные изменения пахотных угодий на территории Астраханского района с 1953 по 2020 г. (рис. 3). В годы освоения целинных и залежных земель наблюдались наиболее высокие темпы увеличения площади пашни, что продолжалось, но уже с замедлением, до 1991 г., когда началось существенное сокращение пахотных угодий. После 1999 г. площадь пашни в районе постепенно начала расти и продолжает увеличиваться в настоящий период.

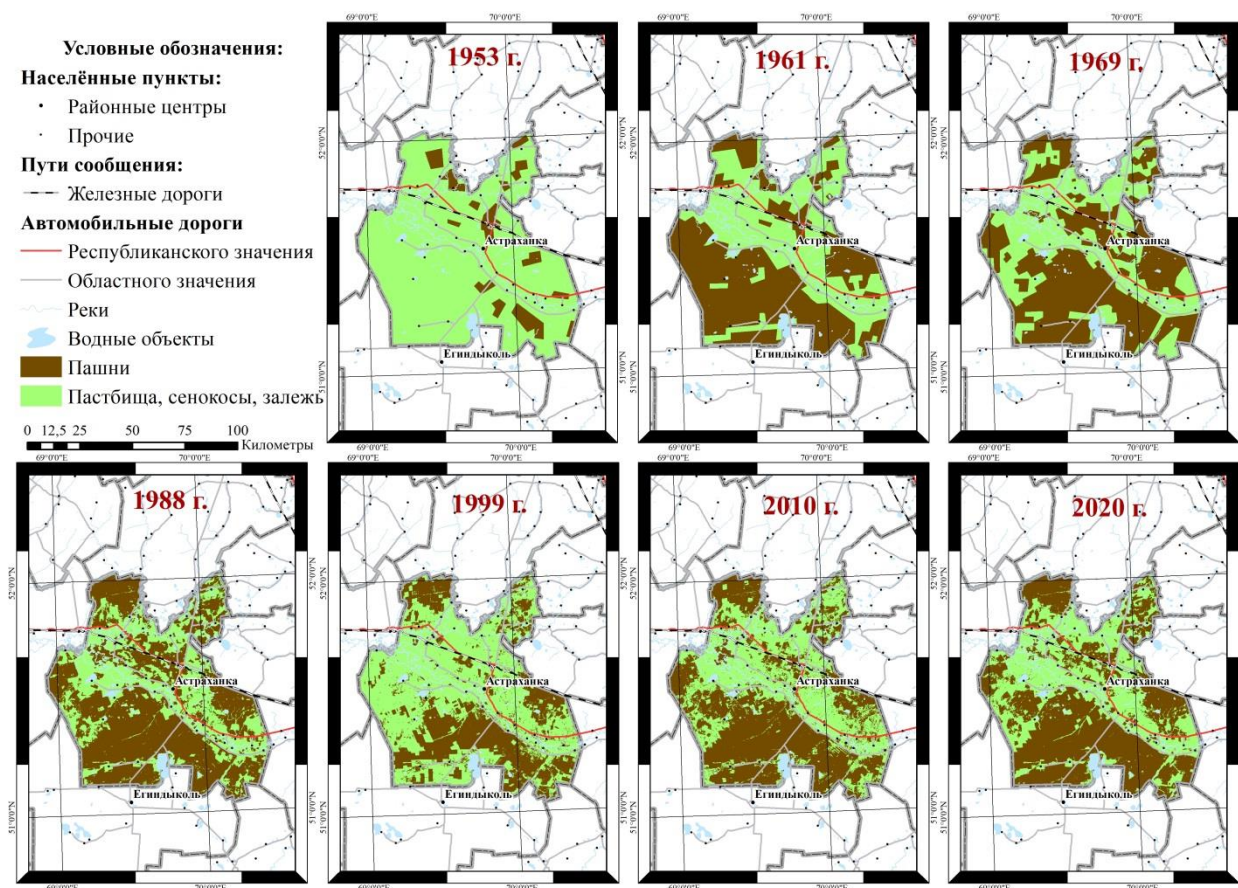


Рис. 3. Пахотные угодья Астраханского района с 1953 по 2020 гг.

Fig. 3. Arable land of Astrakhan district from 1953 to 2020

Пространственный анализ полученных карт в ПК ArcGIS показывает, что основной прирост площади пахотных земель приходится на 1954–1961 гг., когда было распашано 44,2 % территории района. Площадь пахотных угодий перед началом освоения целины в 1953 г. составляла 62,5 тыс. га (9 % площади всех сельскохозяйственных угодий) и размещалась преимущественно в наиболее освоенных северной и восточной частях района с плодородными почвами, а в 1961 г. достигла 387,6 тыс. га (55 %), значительно продвинувшись в юго-западном направлении и заняв массивы тёмно-каштановых карбонатных почв. К концу 1960-х гг. площадь пашни увеличилась до 396,5 тыс. га (56 %), а к 1988 г. – до 422,9 тыс. га (60 %), в основном за счёт распашки земель с менее плодородными почвами. Всего с 1953 по 1988 гг. площадь пашни увеличилась почти в семь раз, охватив большую часть пригодных земель (рис. 3).

Одновременно с активным вводом новых земель в сельскохозяйственное использование выявлено выбытие 194,3 тыс. га пахотных угодий, занимающих четверть территории района, из которых около половины земель освоено после целинной кампании (в 1962–1969 гг.), 40 % – во время целинной кампании, а оставшиеся 8 % – до её начала (до 1954 г.). Вывод таких площадей из оборота связан прежде всего с широким распространением дефляционных процессов в регионе, что обусловлено несвоевременным и неповсеместным внедрением почвозащитной системы земледелия в условиях засушливого климата [Николаев, 1999].

С 1988 по 1999 г. произошло наиболее значительное сокращение используемых пахотных земель в результате распада СССР и перехода к рыночной экономике. Подобные процессы прослеживаются во многих регионах постсоветского пространства, в частности в Европейской части России [Мухин, 2012]. Таблица 3 показывает основные направления и масштабы изменения структуры сельскохозяйственных угодий 1988–1999 гг. и последующих периодов. За период 1990-х годов из пашни выбыло около 48,5 % обрабатываемых в 1988 г. земель, при этом имеется небольшая площадь новых вспаханных земель – приблизительно 4,2 % территории района, в результате чего площадь пахотных земель в Астраханском районе к 1999 г. уменьшилась в 1,7 раз по сравнению с 1988 г. и составила 248,4 тыс. га (34 %).

Табл. 3. Траектории изменения сельскохозяйственного землепользования
Table 3. Trajectories of agricultural land use change

Землепользование* по годам				Площадь земель, соответствующих траектории	
1988	1999	2010	2020	Тыс. га	%
Р	Р	Р	Р	233,26	31,7
П	П	П	П	184,23	25,0
П	Р	П	П	111,08	15,1
П	Р	Р	Р	40,32	5,5
П	Р	Р	П	34,52	4,7
П	П	Р	П	22,01	3,0
Р	Р	П	Р	21,89	3,0
П	Р	П	Р	19,28	2,6
Р	Р	Р	П	15,50	2,1
Р	П	Р	Р	13,21	1,8
Р	Р	П	П	11,54	1,6
Р	П	П	П	7,60	1,0
П	П	П	Р	6,82	0,9
Р	П	П	Р	6,61	0,9
П	П	Р	Р	4,61	0,6
Р	П	Р	П	3,31	0,4
Всего				735,80	100,0

* П – пашни, Р – растительный покров (залежь, естественные кормовые угодья.)

Согласно проведённым расчётам половина заброшенных в 1990-х гг. пахотных угодий представляет собой земли, освоенные в годы поднятия целины (1954–1961 гг.), другая часть – наименее пригодные земли, введённые в оборот после пика целинной кампании. Ввиду резкого сокращения государственного финансирования совхозов и

колхозов в первую очередь из оборота выводились пахотные земли, использование которых требовало дополнительных экономических затрат [Люри и др., 2010]. Это пашни с низким уровнем плодородия, осложнённые отрицательными признаками, отдалённые от населённых пунктов и транспортных путей, а также земельные участки с малой площадью.

Положительная динамика площади пашни в районе установилась лишь после 1999 г., когда по данным официальной статистики¹ посевная площадь Астраханского района достигла своего минимального значения за последние 30 лет (рис. 2). Функционирование механизмов рыночной экономики и рост мировых цен на пшеницу способствовали возвращению в пахотный фонд около 63 % ранее заброшенных земель к 2010 г. В то же время около 15 % возделываемых на 1999 г. земель вышли из оборота. Стоит отметить, что вернувшиеся в сельскохозяйственный оборот земли преимущественно (на 80 %) представляют собой пахотные угодья, освоенные в период целинной кампании, то есть земли наиболее качественного состояния. При этом отмечается небольшой прирост пашни за счёт естественных кормовых угодий – 13 % общей площади пашни. В целом по результатам исследования к 2010 г. площадь пашни увеличилась в 1,5 раза по сравнению с 1999 г. и составила 369,0 тыс. га или 53 % сельскохозяйственных земель района против 394,0 тыс. га согласно официальной статистике¹⁰.

За последние десять лет площади сельскохозяйственных угодий подверглись малым изменениям. Площадь пахотных земель составляет 389,8 тыс. га (55,5 % в структуре сельскохозяйственных земель). Это примерно 92 % от площади пашни в 1988 г. Первично освоенные в 2000–2010 гг. угодья уже к 2020 г. выбыли из использования, однако это уменьшение компенсировано вовлечением под посевы примерно такой же площади новых земель и возвращением залежных угодий. Нынешние изменения в использовании сельскохозяйственных земель Астраханского района связаны прежде всего с крестьянскими и фермерскими хозяйствами, которые в настоящее время занимают около 35 % сельскохозяйственных угодий района. Наиболее частая смена вида сельскохозяйственных угодий происходит на землях крестьянских и фермерских хозяйств, что свидетельствует о несоблюдении севооборотов, при том, что зернопаровой севооборот широко распространён в Акмолинской области. Причиной тому служит материально-техническое и технологическое отставание от сельскохозяйственных предприятий, из-за чего большинство крестьянских и фермерских хозяйств не может позволить себе приобретать и содержать большие площади пашни с наиболее пригодными характеристиками для ведения сельского хозяйства [Григорук, Климов, 2016].

На составленной комплексной карте (рис. 4) хорошо прослеживаются изменения структуры сельскохозяйственных земель с 1988 по 2020 г. Пространственный анализ карты позволяет установить, что за рассматриваемый период не изменилось землепользование на 56,7 % территории Астраханского района. Это прежде всего пастбища, сенокосы, многолетние залежи и несельскохозяйственные угодья, не пригодные для выращивания сельскохозяйственных культур. В числе не изменивших своё использование присутствуют незаброшенные в 1990-х гг. пашни, которые составляют четверть площади района и занимают главным образом освоенные в период целинной кампании равнинные территории с наиболее плодородными почвами, представленными крупными однородными массивами чернозёмов южных и тёмно-каштановых карбонатных.

¹ Департамент статистики Акмолинской области Комитета по статистике Министерства Национальной экономики Республики Казахстан. Электронный ресурс: https://old.stat.gov.kz/faces/akmola/reg_main/ (дата обращения 12.07.2020).

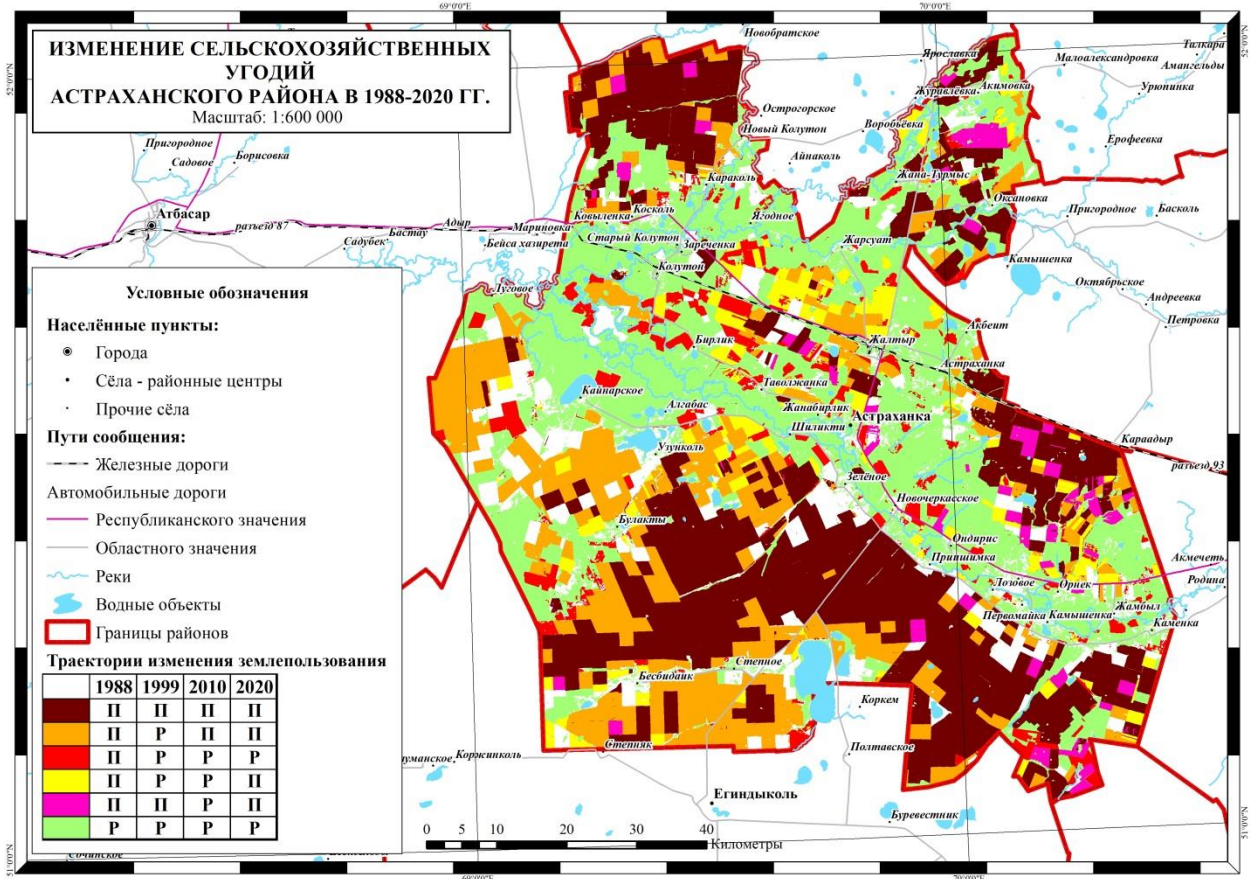


Рис. 4. Изменение сельскохозяйственных угодий в Астраханском районе с 1988 по 2020 г.
Fig. 4. Change in agricultural land in Astrakhan district in 1988–2020

Менявшие вид землепользования участки земель составляют лишь 43,3 % площади района. При этом около трети из них представляет собой пахотные земли, заброшенные к 1999 г. и возвращённые в использование к 2010 г. Как и стабильные пахотные угодья, эти земли в основном были впервые введены в оборот в годы освоения целины и в большей степени тяготеют к центральной, западной и юго-западной частям исследуемого района с более засушливыми условиями климата. В почвенном покрове угодий отмечается относительно большая доля солонцеватых комплексов, что собственно и послужило возможной причиной вывода земель из оборота в 1990-х гг. Невозвращённые в сельскохозяйственный оборот пашни занимают 5,5 % территории Астраханского района и представлены в основном пойменными, луговыми почвами, солонцами и солонцовыми комплексами. Возобновление использования таких земель для выращивания сельскохозяйственных культур считается нецелесообразным. Несмотря на это, к 2020 г. в пахотный фонд была введена небольшая часть подобных залежных земель, которые преимущественно располагаются в непосредственной близости от наиболее крупных сёл в центре района.

ВЫВОДЫ

Составленная по семи временным срезам серия карт указывает на значительные пространственные изменения структуры сельскохозяйственных угодий с 1953 по 2020 г. на территории Астраханского района, репрезентативного аграрного района сухостепной зоны Северного Казахстана. Основной прирост площади пашни произошёл в период освоения целинных и залежных земель (1954–1961 гг.) за счёт обширных массивов тёмно-

каштановых почв в юго-западной половине района, в то время как до начала целинной кампании пашня располагалась в наиболее освоенной части района с плодородными чернозёмными почвами. Дальнейшее расширение пахотных угодий осуществлялось замедленными темпами на менее пригодных землях и сопровождалось забрасыванием пашен, подверженных дефляции. Но наиболее значительное сокращение пахотных земель произошло в 1990-х гг. на фоне социально-экономических и политических преобразований. В первую очередь из оборота выводились пашни с менее плодородными почвами, отдалённые от населённых пунктов и транспортных путей и небольшие по площади поля.

После 1999 г. в условиях рыночной экономики и роста мировых цен на пшеницу началось возвращение ранее заброшенных земель в пахотный фонд в основном за счёт наиболее качественных земель целинного освоения. В последнее десятилетие прирост пашни в районе замедлился. Наблюдается не только возврат земель в пахотный фонд, но и перевод пахотных земель в залежь и естественные кормовые угодья, что вызвано ростом востребованности пастбищных угодий с увеличением в последнее десятилетие поголовья скота. Также установлено, что Астраханский район характеризуется стабильностью использования земель, поскольку более половины его территории не меняло вид землепользования за последние 30 лет. Проведенный анализ карт, созданных на основе данных дистанционного зондирования, позволил выявить разнонаправленную динамику в землепользовании на протяжении последних 70 лет под влиянием экономических, социальных и экологических факторов и определить природные комплексы, наиболее подверженные изменению их использования. Полученные результаты могут быть использованы в выработке перспективных направлений сельскохозяйственного землепользования в сухостепных районах Казахстана.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование проведено в рамках темы НИР по ГЗ МГУ «Устойчивое развитие территориальных систем природопользования».

ACKNOWLEDGEMENTS

The study was carried out within the framework of research work on the topic "Sustainable development of territorial systems of environmental management".

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бунякова С.И., Веснина Г.З., Воробьева Т.А. и др. Сельскохозяйственное использование земель. Атлас Северного Казахстана. М.: ГУГК, 1970. С. 122–124.
2. Воробьева Т.А., Молчанова Н.П., Соловова Т.А. Карта освоения целинных земель. Атлас Целинного края. М.: ГУГК, 1964. С. 21.
3. Григорук В.В., Климов Е.В. Развитие органического сельского хозяйства в мире и Казахстане. Анкара: Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных наций (ФАО), 2016. 151 с.
4. Дронин Н.М., Кириленко А.П. Роль климатических и политэкономических факторов в динамике урожайности зерновых в отечественной истории XX века. Вестник Московского университета. Серия 5. География, 2012. № 5. С. 13–18.
5. Зенгина Т.Ю., Мухин Г.Д., Рыщанова А.С. Структура и динамика сельскохозяйственного землепользования в целинной зоне Казахстана за последние 30 лет (на примере Костанайской области). Естественные и технические науки, 2019. № 4. С. 116–121. DOI: 10.25633/ETN.2019.04.01.

6. *Люри Д.И., Горячкин С.В., Караваяева Н.А., Денисенко Е.А., Неведова Т.Г.* Динамика сельскохозяйственных земель России в XX веке и постагрогенное восстановление растительности и почв. М.: ГЕОС, 2010. 416 с.
7. *Мухин Г.Д.* Эколого-экономическая оценка трансформации сельскохозяйственных земель Европейской территории России в 1990–2009 гг. Вестник Московского университета. Серия 5. География, 2012. № 5. С. 19–28.
8. Национальный Атлас Республики Казахстана. Т. 1: Природные условия и ресурсы. Алматы, 2006. 125 с.
9. *Николаев В.А.* Ландшафты азиатских степей. М.: Издательство МГУ, 1999. 288 с.
10. *Тельнова Н.О.* Выявление и картографирование многолетних трендов NDVI для оценки вклада изменений климата в динамику биологической продуктивности агроэкосистем лесостепной и степной зон Северной Евразии. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2017. Т. 14. № 6. С. 97–107. DOI: 10.21046/2070-7401-2017-14-6-97-107.
11. *Терехов А.Г.* Методика оценки агротехнического уровня возделывания зерновых культур Северного Казахстана и его изменений в период 2000-2009 по данным MODIS. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2011. Т. 8. № 2. С. 223–228.
12. *Kraemer R., Prishchepov A.V., Müller D., Kuemmerle T., Radeloff V.C., Dara A., Terekhov A., Frühauf M.* Long-term agricultural land-cover change and potential for cropland expansion in the former Virgin Lands area of Kazakhstan. Environmental Research Letters, 2015. Vol. 10. No P. 054012. DOI 10.1088/1748-9326/10/5/054012.
13. Land Cover and Land use Changes. Advanced Remote Sensing, 2012. Chapter 24. P. 703–772. DOI: 10.1016/B978-0-12-385954-9.00024-1.
14. *Prishchepov A.V., Radeloff V.C., Baumann M., Kuemmerle T., Müller D.* 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. Environmental Research Letters, 2012. 7. 024021. DOI:10.1088/1748-9326/7/2/024021.

REFERENCES

1. Bunyakova S.I., Vesnina G.Z., Vorobyova T.A. Agricultural land use. Atlas of the Northern Kazakhstan. Moscow: Main Directorate of Geodesy and Cartography, 1970. P. 122–124 (in Russian).
2. *Dronin N.M., Kirilenko A.P.* Importance of climatic and political-economic factors for the dynamics of grain crop yields in the Russian history of the 20th century. Moscow University Bulletin. Series 5, Geography, 2012. No 5. P. 13–18 (in Russian).
3. *Grigoruk V.V., Klimov E.V.* Development of the Organic Agriculture in the World and in Kazakhstan. Ankara: FAO, 2016. 151 p. (in Russian).
4. *Kraemer R., Prishchepov A.V., Müller D., Kuemmerle T., Radeloff V.C., Dara A., Terekhov A., Frühauf M.* Long-term agricultural land-cover change and potential for cropland expansion in the former Virgin Lands area of Kazakhstan. Environmental Research Letters, 2015. V. 10. No P. 054012. DOI 10.1088/1748-9326/10/5/054012.
5. Land Cover and Land use Changes. Advanced Remote Sensing, 2012. Chapter 24. P. 703–772. DOI: 10.1016/B978-0-12-385954-9.00024-1.
6. *Lyuri D.I., Goryachkin S.V., Karavaeva N.A., Denisenko E.A., Nefedova T.G.* Dynamics of Agricultural lands of Russia in XX century and Postagrogenic Restoration of vegetation and soils. Moscow: GEOS, 2010. 416 p.

7. *Mukhin G.D.* Ecological-economic assessment of land use structure within the European territory of Russia during two recent decades. Moscow University Bulletin. Series 5, Geography, 2012. No 5. P. 19–28 (in Russian).
 8. National atlas of the Republic of Kazakhstan, Volume 1. Natural conditions and resources. Almaty, 2010. 125 p. (in Russian).
 9. *Nikolaev V.A.* Landscapes of Asian Steppes. Moscow: MSU, 1999. 288 p. (in Russian).
 10. *Prishchepov A.V., Radeloff V.C., Baumann M., Kuemmerle T., Müller D.* 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. Environmental Research Letters, 2012. 7. 024021. DOI:10.1088/1748-9326/7/2/024021
 11. *Telnova N.O.* Revealing and mapping long-term NDVI trends for the analysis of climate change contribution to agroecosystems' productivity dynamics in the Northern Eurasian forest-steppe and steppe. Current problems in remote sensing of the Earth from space, 2017. V. 14. No 6. P. 97–107. DOI: 10.21046/2070-7401-2017-14-6-97-107 (in Russian).
 12. *Terekhov A.G.* The method for estimating of agriculture practice level and its changes in task of cereal cultivation in Northern Kazakhstan during 2000–2009 according to the MODIS. Current problems in remote sensing of the Earth from space, 2011. V. 8. No 2. P. 223–228 (in Russian).
 13. *Vorobyova T.A., Molchanova N.P., Solovtsova T.A.* Map of the virgin lands development. Atlas of the Virgin Land Territory. Moscow: Main Directorate of Geodesy and Cartography, 1964. 49 p. (in Russian).
 14. *Zengina T.Yu., Mukhin G.D., Ryschanova A.S.* The structure and dynamics of agricultural land use in virgin lands area of Kazakhstan over the past 30 years (the case study of Kostanay region). Natural and technical sciences, 2019. No 4. P. 116–121 (in Russian). DOI: 10.25633/ETN.2019.04.01.
-