

УДК 502: 911.2; 504.54:911.52; 519.876

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ДИНАМИКИ ПЛОЩАДИ ЗЕМЕЛЬ ВОЛЖСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

Мазуркин П.М.¹, Масякова М.В.²

¹Д-р техн. наук, проф., профессор кафедры природообустройства Поволжского государственного технологического университета, г. Йошкар-Ола, e-mail: kaf_po@mail.ru

²Студентка 3-го курса направления 21.03.02 Землеустройство и кадастры, направленность Кадастр недвижимости, ПГТУ, г. Йошкар-Ола, e-mail: masyakova1999@mail.ru

АННОТАЦИЯ Выявлены тренды динамики за 2001-2019 гг. по категориям земельного кадастра и отдельно по видам угодий сельскохозяйственного назначения на территории Волжского района Республики Марий Эл. По сельскохозяйственным землям двухчленный тренд показывает неуклонное снижение площади. Для выявления волновых уравнений в территориальном планировании и прогнозировании необходимы табличные данные раньше 2002 г. длиной ряда до 50 лет. В России в минимальных территориальных образованиях (муниципалитетах) произошли сильные флюктуации. Для рейтинга категорий и угодий по хаотичности распределения площади предложен коэффициент динамичности.

Ключевые слова: муниципалитет, земли, категории, площадь, динамика, тренды

Введение. «Земля – важнейшая часть окружающей природной среды, характеризующаяся пространством, рельефом, климатом, почвенным покровом, растительностью, недрами, волами, ...» [1]. В этой части определения закреплена первичность природы над человеком. А вторая часть «... являющаяся главным средством производства в сельском и лесном хозяйстве, а также пространственным базисом для размещения Предприятий и организаций всех отраслей народного хозяйства» полностью подчиняет земли желаниям человека.

В статье 1.9 [2] происходит «разграничение государственной собственности на землю на собственность Российской Федерации, собственность субъектов Российской Федерации и собственность муниципальных образований, согласно которому правовые основы и порядок такого разграничения устанавливаются федеральными законами». Угодья - это земли, систематически используемые или пригодные к использованию для конкретных хозяйственных целей и отличающиеся по природно-историческим признакам [1, 2].

Однако в официальных данных [3] имеются площади земель Российской Федерации, федеральных округов [4] и субъектов федерации. Но нет данных по муниципальным образованиям. В итоге трудно провести анализ, прогнозирование и планирование распределение земель по категориям и угодьям.

За рубежом проводятся исследования земель как части природной среды.

Геоморфическая классификация - это категоризация и описание природы, происхождения и освоение форм рельефа. Фундаментальная основа этой классификации состоит в том, что геоморфическая единица может быть классифицирована в совокупности на основе ее происхождения и развития (процесс), от его общей структуры и формы (рельефа), от размеров и характе-

ристики (морфометрия), а также наличия и состояния наложения (геоморфологическая генерация). Первым типом геоморфических процессов считаются речные сети [6].

Цель исследования – методом идентификации устойчивых закономерностей [5] выявить закономерности динамики за 2001-2019 годы распределений земель по категориям и видам угодий земель сельскохозяйственного назначения на примере Волжского района Республики Марий Эл (РМЭ).

Материалы и методы. Из ежегодных отчетов о структуре земельного фонда Волжского района РМЭ были выписаны данные по площади территории, а также по семи категориям кадастра (табл. 1), пяти сельхозугодиям (табл. 2) и восьми несельскохозяйственным угодьям (табл. 3) у первой категории – земель сельскохозяйственного назначения.

Таблица 1. Структура земельного фонда по категориям
Волжского района Республики Марий Эл, га

Год	Время τ , лет	S	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7
2001	0	91386	46443	3276	1106	17541	20090	2578	352
2005	4	91386	46373	3286	1106	17541	20150	2578	352
2006	5	91386	46373	3286	1106	17541	20150	2578	352
2007	6	91386	46216	3286	1106	17541	20307	2578	352
2008	7	91386	46145	3357	1106	17541	20307	2578	352
2009	8	91386	46145	3357	1106	17541	20307	2578	352
2010	9	91386	45553	3357	1106	17541	20899	2578	352
2011	10	91386	45490	3357	1106	17541	20962	2578	352
2012	11	91386	41549	3381	1106	17517	24903	2578	352
2013	12	91386	41549	3381	1106	17517	24903	2578	352
2014	13	91386	41547	3381	1108	17517	24903	2578	352
2015	14	91386	41539	3389	1108	17517	24903	2578	352
2016	15	91386	41539	3404	1108	17502	24903	2578	352
2017	16	91386	41539	3404	1108	17502	24903	2578	352
2018	17	91386	41539	3404	1108	17502	24903	2578	352
2019	18	91386	41537	3404	1110	17502	24903	2578	352

Условные обозначения по категориям, га: S – всего земель; S_1 – земли сельскохозяйственного назначения; S_2 – земли населенных пунктов; S_3 – земли промышленности, ...; S_4 – земли особо охраняемых природных территорий; S_5 – земли лесного фонда; S_6 – земли водного фонда; S_7 – земли запаса.

В таблицах 2 и 3 приведены данные по видам угодий по категории земель сельскохозяйственного назначения, га: $S_{СХУ}$ – всего сельскохозяйственных угодий; $S_{НУ} = S_1 - S_{СХУ}$ – всего несельскохозяйственных угодий; S_{01} – пашни; S_{02} – залежи; S_{03} – многолетние насаждения; S_{04} – сенокосы; S_{05} – пастбища; S_{06} – лесные земли; S_{07} – лесные насаждения, не входящие в лесной фонд; S_{08} – земли под водой; S_{09} – земли под застройками; S_{10} – земли под дорогами; S_{11} – болота; S_{12} – нарушенные земли; S_{13} – прочие земли.

Таблица 2. Структура сельскохозяйственных угодий Волжского района РМЭ, га

Год	Время τ , лет	$S_{схв}$	S_{01}	S_{02}	S_{03}	S_{04}	S_{05}
2001	0	36938	28386	-	205	2880	5467
2005	4	36893	25577	2621	348	2880	5464
2006	5	36893	24233	3965	348	2880	5467
2007	6	36756	23591	4470	345	2883	5467
2008	7	36685	20164	7369	345	3340	5467
2009	8	36685	20164	7369	345	3340	5467
2010	9	36685	20164	7369	345	3340	5467
2011	10	36685	20164	7369	345	3340	5467
2012	11	36685	20164	7369	345	3340	5467
2013	12	36685	20164	7369	345	3340	5467
2014	13	36683	20164	7367	345	3340	5467
2015	14	36675	20156	7367	345	3340	5467
2016	15	36675	20156	7367	345	3340	5467
2017	16	36675	20156	7367	345	3340	5467
2018	17	36675	20156	7367	345	3340	5467
2019	18	36673	20156	7365	345	3340	5467

Таблица 3. Структура несельскохозяйственных угодий в землях сельхозназначения, га

Год	Время τ , лет	$S_{ну}$	S_{06}	S_{07}	S_{08}	S_{09}	S_{10}	S_{11}	S_{12}	S_{13}
2001	0	9505	5562	1574	509	606	426	385	52	391
2005	4	9480	5562	1549	509	606	426	385	52	391
2006	5	9480	5562	1549	509	606	426	385	52	391
2007	6	9480	5562	1549	509	606	426	385	52	391
2008	7	9480	5562	1549	509	606	426	385	52	391
2009	8	9480	5542	1549	509	606	426	385	52	391
2010	9	8868	4950	1549	509	606	426	385	76	367
2011	10	8805	4887	1549	509	606	426	385	76	367
2012	11	4864	946	1549	509	606	426	385	76	367
2013	12	4864	946	1549	509	606	426	385	76	367
2014	13	4864	946	1549	509	606	426	385	76	367
2015	14	4864	946	1549	509	606	426	385	76	367
2016	15	4864	946	1549	509	606	426	385	76	367
2017	16	4864	946	1549	509	606	426	385	76	367
2018	17	4864	946	1549	509	606	426	385	76	367
2019	18	4864	946	1549	509	606	426	385	76	367

Из предыдущих таблиц видно, что длина динамических рядов равно 19 лет, что недостаточно для идентификации волновых закономерностей (нужно не менее 25-30). Поэтому модели динамики выявлены не по асимметричному вейвлет сигналу [5], а по двухчленной формуле тренда

$$y = a \exp(-bx^c) + dx^e \exp(-fx^g), \quad (1)$$

где y – зависимый показатель, x – влияющая переменная, $x = \tau$, $a - g$ – параметры модели (1), идентифицируемые в программной среде CurveExpert-1.40.

Динамика земель по категориям. После структурно-параметрической

идентификации (1) были получены составляющие, параметры которых приведены в таблице 4 (рис. 1 и рис. 2).

Таблица 4. Параметры (1) динамики площади земель Волжского района за 2001-2019 гг.

y	Тренд $y = a \exp(-bx^c) + dx^e \exp(-fx^g)$							Коэф. корр. r
	Экспоненциальный закон			Биотехнический закон				
	a	b	c	d	e	f	g	
Закономерности по категориям земельного кадастра								
S_1	46500.959	-6.54761e-5	1	-2.29001e-6	16.35401	3.17635	0.72589	0.9614
S_2	3276.0018	0.0016641	0.076725	2,32731e6	4.92829	13.10998	0.20382	0.9674
S_5	20025.748	3.42088e-5	1	3.26647e7	35.10325	41.32555	0.33997	0.9614
Закономерности угодий в землях сельскохозяйственного назначения								
S_{CXV}	36959.903	0.00045066	1	-6.88795e6	26.48663	28.97404	0.39480	0.9723
S_{01}	19274.954	0	0	9693.615	0	0.18527	1	0.9324
S_{02}	7507.8430	0	0	-39450.350	0	0.50561	1	0.9544
S_{04}	3517.9356	0	0	-745.06350	0	0.10376	1	0.8127
S_{HV}	9015.2095	-0.10558	1	-267.85435	1.84308	0	0	0.9358
S_{06}	5735.2214	0	0	-1.29867e8	36.73277	43.99812	0.33695	0.9596
S_{12}	50.10844	0	0	34554.307	20.15492	24.81516	0.33632	0.9322
S_{13}	307.84538	0	0	90.20210	0	0.028132	1	0.8336

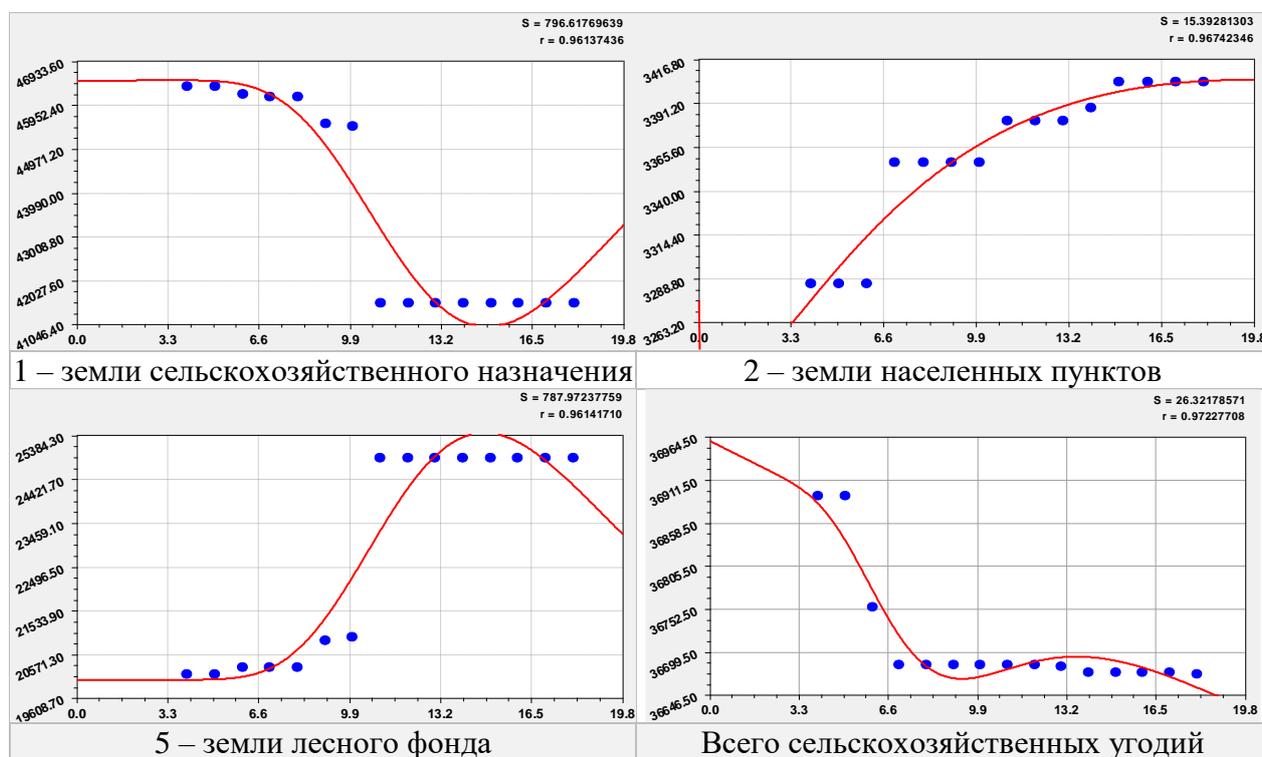


Рис. 1. Динамика распределения категорий земель Волжского района РМЭ
(в правом верхнем углу: S – стандартное отклонение; r – коэффициент корреляции)

Остальные категории и виды угодий получили за 19 лет постоянные значения, га: $S = 91386$ – всего земель; $S_3 = 1107$ – земли промышленности, ...;

$S_4 = 17541$ – земли особо охраняемых природных территорий; $S_6 = 2578$ – земли водного фонда; $S_7 = 352$ – земли запаса. $S_{03} = 345$ – многолетние насаждения в конце ряда; $S_{05} = 5467$ – пастбища; $S_{07} = 1549$ – лесные насаждения, не входящие в лесной фонд; $S_{08} = 509$ – земли под водой; $S_{09} = 606$ – земли под застройками; $S_{10} = 426$ – земли под дорогами; $S_{11} = 385$ – болота.

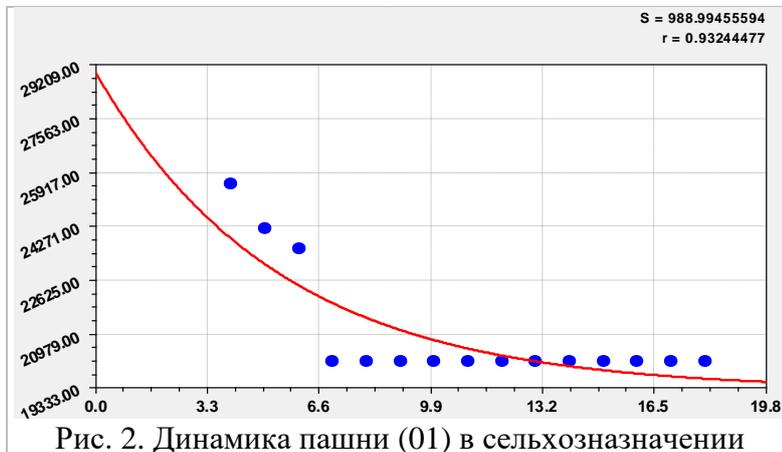


Рис. 2. Динамика пашни (01) в сельхозназначении

Из графиков видно, что с 2011 на 2012 год произошел скачок в площади. Земли сельскохозяйственного назначения уменьшились почти на 4000 гектаров. Это произошло за счет передачи в лесной фонд заросших деревьями залежи (брошенной малоценной и неудобной пашни).

Снижение площади сельхозугодий произошло с 2007 на 2008 год, в основном за счет сокращения пашни. Вот уже в течение 12 лет наблюдается постоянное значение площади пашни, что указывает на отсутствие актуализации.

Все закономерности относятся к так называемым сильным связям по уровню адекватности, большей по коэффициенту корреляции 0,7. Шесть формул из 11 (54,5%) имеют уровень адекватности даже больше 0,95.

Из таблицы 4 видно, что площадь земель сельскохозяйственного назначения S_1 изменяется по двум законам. Первый из них является законом экспоненциального роста и это показывает стремление людей расширять пространство своего обитания. Второй член с отрицательным знаком показывает кризисное поведение людей, когда из-за возникших трудностей (как правило, в обработке земель) приходится снижать площади под сельхозназначение.

При этом первый член при степени $c = 1$ (при любом знаке параметра $\pm b$ модели тренда) превращается в общеизвестный закон Лапласа (в математике), Мандельброта (в физике), Ципфа-Перла (в биологии) и Парето (в эконометрике). Мы придерживаемся физического представления явлений и процессов, происходящих в землепользовании и в целом природопользовании.

Тогда в формуле тренда S_2 (табл. 4) первый член становится модифицированным нами [5] законом Мандельброта. Согласно этой формуле по закону экспоненциальной гибели происходит естественное стремление людей к снижению площади населенных пунктов (в основном за счет повышения этажности жилых зданий). А второй член в виде биотехнического закона [5] показывает антропогенное изменение площади населенных пунктов из-за отсутствия ограничений во многих субъектах федерации по площади территории.

Почти аналогично изменяется в динамике площадь под лесным фондом. Из-за антропогенного влияния на леса не только снижается их продуктивность по массе стволовой здоровой древесины (технологической и одновременно

экологический показатель), но и уменьшается площадь по закону Мандельброта. Но леса – это, как и люди, являются живыми существами и, по-видимому, имеют коллективный разум, поэтому, как и для населенных пунктов, площадь лесных массивов в динамике изменяется по биотехническому закону.

Площадь сельхозугодий внутри земель сельхозназначения снижается по закону Мандельброта, но это снижение дополняется кризисным (отрицательный знак) уменьшением (рис. 1) из-за сильного влияния системного социально-экономического кризиса в нашей стране.

По продолжению графиков можно заметить, что в ближайшем будущем земли сельскохозяйственного назначения, по-видимому, будут возрастать. При этом площадь населенных пунктов достигнет некоторого предела. Земли лесного фонда, площади под сельхозугодиями и пашни стремятся к снижению.

Динамика угодий в землях сельхозназначения. В узаконенной минимальном муниципальном образовании (Волжский район) за 19 лет площадь земель сельхозназначения оставалась постоянной. Однако за 50 лет с 1970 года эта площадь снизилась. В связи с этим дальше нужно осознанное поведение, с выявлением закономерностей, в распределениях земельного фонда всех муниципалитетов Российской Федерации по семи категориям и 13 видам угодий.

Земли пашни (рис. 2) по таблице 4 изменяются по распределению в динамике в соответствии с законом Вейбулла. Первый постоянный член показывает предел в 19275 га к 2024 году, до которого может произойти уменьшение площади пашни. В сравнении с 2001 г. снижение в 2019 г. было на $100 \times (28386 - 20156) / 20156 \approx 40,83\%$, а к 2024 г. это снижение ожидается даже на 47,27%. Второй член формулы (табл. 4) является законом гибели по Мандельброту.

Остальные шесть формул из таблицы 4 приведены на рисунке 3.

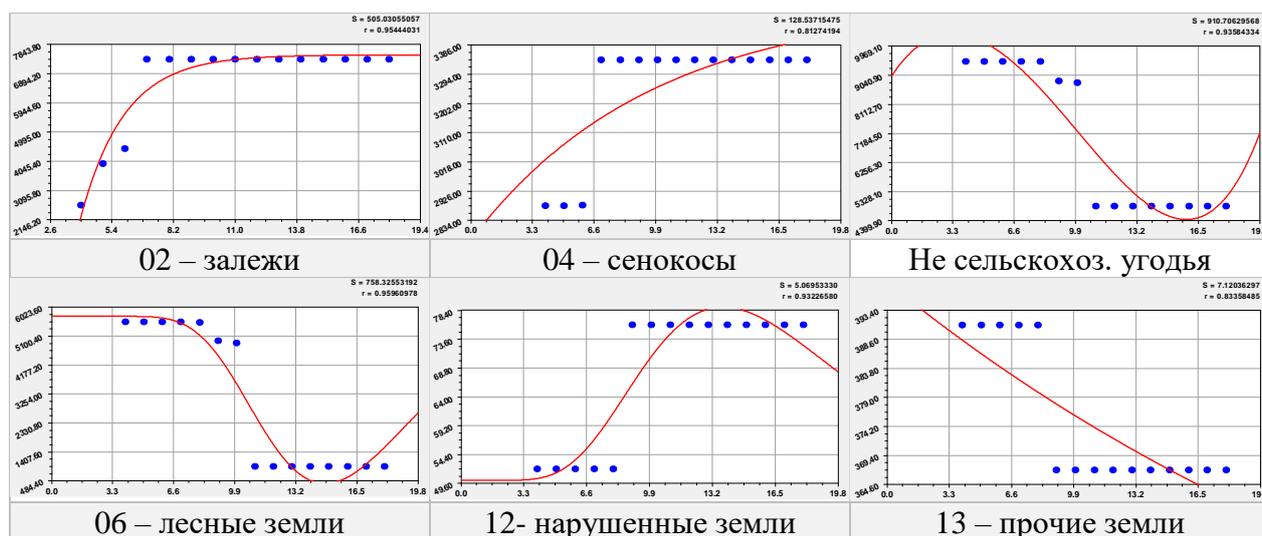


Рис. 3. Графики динамики видов угодий у земель сельхозназначения Волжского района

Залежи возрастают по площади до верхнего предела в 7508 га, что выше в сравнении с 2019 г. на $100 \times (7508 - 7365) / 7508 \approx 1,90\%$, а в сравнении с 2005 г. даже на 65,09%. Второй член формулы из таблицы 4 показывает, что залежи должны быть равны нулю (или иметь даже отрицательное значение).

В будущем сенокосы по закону Вейбулла должны иметь площадь в 3518 га, что на $100 \times (3518 - 3440) / 3518 \approx 2,22\%$ больше в сравнении с 2019 г. По этому же закону распределения лесные земли на площади земель сельскохозяйственного назначения должны быть равными 5735 га, то есть должно быть в будущем увеличение на $100 \times (5735 - 946) / 946 \approx 506.24\%$ даже выше уровня 2001-2008 гг. В итоге на землях сельхозназначения леса должны быть полностью восстановлены до 5562 га (уровень 2008 г.) и даже превышены на 173 га.

Нарушенные земли по площади должны дойти до постоянного члена 50 га, при доведении второго члена по биотехническому закону до нуля, и в сравнении с 2019 г. это снижение в будущем составит $76 / 50 = 1,52$ раза. Прочие земли являются отходами некорректного землеустройства, когда земельные участки землеустроители не могут отнести к тому или иному конкретному виду угодий. В идеальном земельном хозяйстве площади нарушенных и прочих земель всегда должны стремиться к нулю.

Динамичность поведения. Характер поведения, в нашем случае при землеустройстве, определяется коэффициентом динамичности K_D по формуле

$$K_D = (S_F - S_T) / S_T, \quad (2)$$

где S_F – фактическое значение общей площади и земель по категориям (табл. 1, табл. 2, табл. 3), га; S_T – расчетное по тренду (табл. 4) значение площади, га.

По данным таблицы 5, чем больше значение коэффициента динамичности, тем динамичнее, то есть хаотичнее, распределение земель по площади.

Таблица 5. Коэффициенты динамичности площади земель Волжского района РМЭ

Год	S_1	S_2	S_5	S_{CXV}	S_{01}	S_{02}	S_{04}	$S_{НУ}$	S_{06}	S_{12}	S_{13}
2001	-0.0012	0.0000	0.0032	-0.0006	-0.0201	-	0.0386	0.0543	-0.0302	0.0377	-0.0177
2005	-0.0030	0.0029	0.0063	0.0003	0.0704	-1.0821	-0.0482	-0.0800	-0.0301	0.0313	0.0066
2006	-0.0026	-0.0030	0.0058	0.0015	0.0484	0.7334	-0.0632	-0.0597	-0.0288	0.0118	0.0124
2007	-0.0043	-0.0084	0.0109	-0.0006	0.0501	0.0254	-0.0754	-0.0233	-0.0206	-0.0285	0.0181
2008	-0.0011	0.0081	0.0017	-0.0009	-0.0803	0.3138	0.0578	0.0297	0.0088	-0.0870	0.0238
2009	0.0086	0.0038	-0.0182	0.0001	-0.0611	0.1582	0.0460	0.1011	0.0803	-0.1527	0.0293
2010	0.0110	0.0001	-0.0221	0.0005	-0.0446	0.0810	0.0356	0.1159	0.1074	0.1482	-0.0288
2011	0.0302	-0.0030	-0.0594	0.0004	-0.0303	0.0392	0.0264	0.2147	0.3682	0.0742	-0.0238
2012	-0.0376	0.0015	0.0691	0.0002	-0.0182	0.0155	0.0183	-0.2574	-0.6314	0.0200	-0.0188
2013	-0.0167	-0.0007	0.0279	-0.0001	-0.0079	0.0017	0.0111	-0.1738	-0.4187	-0.0150	-0.0140
2014	0.0002	-0.0025	-0.0015	-0.0003	0.0008	-0.0067	0.0046	-0.0822	0.0435	-0.0330	-0.0092
2015	0.0104	-0.0016	-0.0175	-0.0005	0.0078	-0.0115	-0.0011	0.0070	0.9156	-0.0364	-0.0046
2016	0.0131	0.0017	-0.0209	-0.0004	0.0140	-0.0144	-0.0062	0.0745	1.3232	-0.0278	0.0000
2017	0.0087	0.0009	-0.0133	-0.0002	0.0193	-0.0161	-0.0108	0.0951	0.5581	-0.0094	0.0045
2018	-0.0012	0.0003	0.0028	0.0001	0.0236	-0.0172	-0.0148	0.0502	-0.0734	0.0167	0.0089
2019	-0.0143	-0.0001	0.0250	0.0005	0.0273	-0.0181	-0.0185	-0.0574	-0.3961	0.0486	0.0132

По максимальным значениям коэффициента динамичности по модулю (в табл. 5 выделены) по убыванию качества территориального планирования (повышению коэффициента динамичности) категории и виды угодий можно расставить по следующему рейтингу: 1) 0.0015 – S_{CXV} площадь сельхозугодий среди земель сельхозназначения; 2) 0.0084 – S_2 земли населенных пунктов; 3) 0.0293 – S_{13} прочие земли; 4) 0.0376 – S_1 земли сельхозназначения; 5) 0.0691 –

S_5 земли лесного фонда; б) 0.0754 – S_{04} сенокосы; 7) 0.0803 – S_{01} пашни; 8) 0.1527 – S_{12} нарушенные земли; 9) 0.2674 – S_{HV} не сельхозгодия; 10) 1,0821 – S_{02} залежи; 11) 1.3232 – S_{06} лесные земли.

Получается, что наиболее опасными в динамике являются лесные земли.

Заключение. На примере Волжского района Республики Марий Эл показана методика анализа динамики, территориального планирования и прогнозирования по выявленным закономерностям распределения с 2001 по 2019 гг. площади тех категорий кадастра и видов угодий в землях сельскохозяйственного назначения, у которых моделированием получились устойчивые закономерности в виде двухчленных трендов.

Показано, что между сельским хозяйством и природной средой за указанные годы был снижен экологический баланс, как это достигнуто в Финляндии даже на уровне фермерских хозяйств. В России даже в узаконенной минимальной территориальной единице (Волжский муниципалитет) по площади произошли сильные флюктуации. Основные принципы землепользования остались архаичными, но снизились требования к актуализации категорий и угодий. Вот уже 12 лет в отчетах о состоянии и использовании земель повторяются одни те же значения без проведения мониторинга земель.

Резкий всплеск в земельном фонде Волжского района произошел в период социально-экономического кризиса с 1992 по 2005 г. Это и доказывает неосознанность земельной политики в нашей стране. Дальше нужно осознанное поведение, на основе научного подхода в анализе динамики землепользования с выявлением устойчивых закономерностей в виде трендов и волновых уравнений, в распределениях земельного фонда всех муниципалитетов Российской Федерации по семи категориям и 13 видам угодий.

Список литературы:

1. ГОСТ 26640-85 (СТ СЭВ 4472-84) Земли. Термины и определения. URL: <https://internet-law.ru/stroyka/text/28900/> (Дата обращения 20.02.2021).
2. Земельный кодекс Российской Федерации. №136-ФЗ от 25.10.2001. URL: <http://zkodeksrf.ru/> (Дата обращения 04.03.2020). 195 с.
3. Распределение земель Российской Федерации по категориям в разрезе субъектов Российской Федерации (на 1 января 2019 года, тыс. га). Приложение 1 // Ф. 22 за 2019 год (по субъектам РФ).doc (Дата обращения 25.02.2020). М.: Минсельхоз РФ, 2019. 17 с.
4. Мазуркин П.М. Земельные угодья федеральных округов Российской Федерации // Успехи современного естествознания № 4. 2020. С. 106-113. DOI 10.17513/use.37370.
5. Мазуркин П.М. Экономико-статистическое моделирование: учеб. пос. с грифом УМО РАЕ. Йошкар-Ола: Поволжский ГТУ, 2016. 276 с.
6. Haskins, D.M., Correll, C.S., Foster, R.A., Chatoian, J.M., Fincher, J.M., Strenger, S., Keys, J.E., Maxwell, J.R., King, T. (1998). A Geomorphic Classification System. Version 1.4, U.S.D.A. Forest Service, Geomorphology Working Group. 130 pp. 64137651.pdf.