

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО АДАПТИВНОСТИ СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ПОВОЛЖЬЕ

Мадыкин Евгений Викторович, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории технических культур и агроэкологического испытания.

Горянин Олег Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник отдела земледелия и новых технологий

Самарский Федеральный исследовательский центр РАН, Самарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. Н.М. Тулайкова,

446254, Самарская область, п. Безенчук, ул. К.-Маркса, дом 41, тел. 8-84676-2-11-40, e-mail:samniisch@mail.ru

Ключевые слова: яровая мягкая пшеница, сорт, урожайность, адаптивность, стабильность

Представлена оценка перспективности новых сортов для выращивания яровой пшеницы в региональном севообороте засушливого Поволжья. При различных погодных условиях за 2019–2021 годы, при испытании 26 сортов мягкой пшеницы выявлено, что урожайность зерна колебалась от 1,08–1,87 т/га (2021 год) до 2,37–3,15 т/га (2020 год). Основное влияние на урожайность культуры оказывала температура воздуха (обратная связь) в критические по влагообеспеченности фазы развития (кущение-колошение). Максимальную среднюю урожайность зерна за три года сформировали сорта Экада 214, Ульяновская 105 – 2,34–2,42 т/га. Наибольшей стрессоустойчивостью в контрастные по погодным условиям годы отличались сорта Архат и Лютеценс 1300 от –0,80 до –0,89. По генетической гибкости (У, мин.+У, макс)/2 выделились сорта Экада 214, Ульяновская 105 – 2,40–2,52 т/га. Практически функциональная взаимосвязь ($r=0,93+0,03$) средней урожайности за годы исследований со средней в контрастные по влагообеспеченности годы способствовала выделению таких наиболее адаптированных сортов, как Экада 214, Ульяновская 105, которые предлагаются как наиболее целесообразные для выращивания яровой пшеницы в большинстве районов Среднего Поволжья. Для чернозёмной степи Заволжья наиболее целесообразны сорта Архат, Тулайковская надежда, Фаворит и Экада 214.

Введение

Практически до конца 20 века Среднее Поволжье относилось к зоне с наибольшим удельным весом яровой пшеницы (25–35%) среди зерновых культур. Однако резкая контрастность почвенно-климатических условий (недостаток запасов почвенной влаги, часто повторяющиеся атмосферные засухи и суховеи), нарастание аридности климата в вегетационный период привели к снижению площадей под яровой пшеницей [1, 2].

В настоящее время ее доля среди всех зерновых культур в Самарской области составляет не более 10–15%. При этом яровая мягкая пшеница в основном возделывается в районах, где мало распространена озимая пшеница.

Произошедшее изменение климата, цифровизация земледелия требуют совершенствования технологии с целью повышения эффективности её возделывания [3, 4, 5, 6].

Неблагоприятные абиотические факторы для устойчивого производства зерна требуют создания и внедрения в производство сортов, максимально адаптированных к местным условиям, которые решат проблему дальнейше-

го повышения экономической эффективности. В этом случае сорта являются малозатратным, экономически оправданным и экологически безвредным приемом увеличения урожайности сельскохозяйственных культур [7, 8, 9].

В связи с этим целью исследований – выявление новых перспективных, стабильных сортов для современных технологий возделывания яровой мягкой пшеницы с учетом изменения засушливых агроклиматических условий Поволжья.

Материалы и методы исследований

Изучение 26 сортов яровой мягкой пшеницы проводило в подразделении отдела земледелия (2019–2021 гг.).

Посевы размещали по овсу. При основной обработке применяли зяблевую вспашку на 25–27 см. Весенняя технология обработки почвы и посева включала: боронование, предпосевную культивацию на 6–8 см, посев пневматической сеялкой (Клён) с нормой высева 4,5 млн./га, прикатывание.

Посев проводили в третьей декаде апреля (2020 г.) и первой декаде мая (2019, 2021 гг.).

В фазе кущения посевы пшеницы обра-

Урожайность сортов яровой мягкой пшеницы в агроэкологическом испытании

Сорт	Оригинатор	Регион допуска	Урожайность, т/га				Отклонение от стандарта
			2019 г	2020 г	2021 г	Среднее	
Архат	ФНЦ ЛК	4,7,9	1,75	2,37	1,48	1,87	-0,20
Йолдыз	ФИЦ Каз НЦ РАН	4,5,7	1,89	2,52	1,29	1,90	-0,17
Тулайковская 10	ФИЦ РАН	3,4,5,7	1,47	2,89	1,55	1,97	-0,10
Тулайковская золотистая	Сам ФИЦ РАН	7,8,9	1,43	2,69	1,48	1,87	-0,20
Тулайковская 108	Сам ФИЦ РАН	7	1,74	2,58	1,41	1,91	-0,16
Тулайковская 110	Сам ФИЦ РАН	7,9	1,54	2,70	1,59	1,94	-0,13
Тулайковская 117	Сам ФИЦ РАН	-		3,03	1,71		
Лютесценс 1300	Сам ФИЦ РАН	-	1,39	2,41	1,61	1,80	-0,27
Экада 113	Сам ФИЦ РАН	7,9	2,03	2,49	1,22	1,91	-0,16
Экада 214	Сам ФИЦ РАН	3,4,7	1,98	3,17	1,87	2,34	0,27
Тулайковская надежда(st)	Сам ФИЦ РАН	7	1,69	2,79	1,72	2,07	-
Экада 253	Сам ФИЦ РАН	-		2,81	1,42		
Экада 258	Сам ФИЦ РАН	-		2,52	1,15		
Кинельская нива	Сам ФИЦ РАН	7,9	1,56	2,50	1,42	1,83	-0,24
Кинельская 59	Сам ФИЦ РАН	7	1,44	2,48	1,28	1,73	-0,34
Кинельская отрада	Сам ФИЦ РАН	7	1,70	2,92	1,25	1,96	-0,11
Кинельская 2010	Сам ФИЦ РАН	7	1,45	2,59	1,24	1,76	-0,31
Кинельская юбилейная	Сам ФИЦ РАН	7,9	1,85	2,59	1,32	1,92	-0,15
Кинельская заря	Сам ФИЦ РАН	-		2,80	1,36		
Эритроспермум 4144	Сам ФИЦ РАН	-	1,60	2,76	1,53		
Симбирцит	Сам ФИЦ РАН	2007	1,60	2,68	1,08	1,79	-0,28
Маргарита	Сам ФИЦ РАН	2008	1,42	2,61	1,28	1,77	-0,30
Ульяновская 100	Сам ФИЦ РАН	2012	1,84	2,83	1,54	2,07	0,00
Ульяновская 105	Сам ФИЦ РАН	2017	2,46	3,15	1,64	2,42	0,35
Бурлак	Сам ФИЦ РАН	2019	2,15	2,93	1,38	2,15	0,08
Фаворит	НИИСХ Ю-В	2007	1,75	2,68	1,63	2,02	-0,05
НСР _{0,05}			0,438	0,236	0,230	0,301	

батывали гербицидом Опричник, СЭ 0,5 л/га + инсектицид Цунами, КЭ 100 мл/га. При уборке сплошным методом применяли комбайн Сампо-130.

Повторность в опытах 4-кратная. Общая и учетная площадь участков- 21,6 м². Расположение вариантов- рендомизированное.

Среднемноголетнее количество осадков района исследований за сельскохозяйственный год –454,8 мм, ГТК за май-июль 0,7.

За годы исследования установлены удовлетворительные погодные условия для роста и развития яровой пшеницы. При ГТК за май-июль на уровне и ниже среднемноголетних значений – 0,45-0,68 основное влияние на урожайность культуры оказывала температура воздуха в критические по влагообеспеченности фазы развития (кущение-колошение). В 2020 году она была минимальной 18,3 °С, в 2021 максимальной – 22,0 °С, в 2019 году температура в критические фазы была близка к среднемноголетним значе-

ниям 20,6 °С. Генетическую гибкость сортов яровой пшеницы оценивали по средней урожайности в контрастные по погодным условиям годы $(Y_{\max} + Y_{\min})/2$ [10, 11].

Депрессию урожая рассчитывали по формуле $D = (Y_1 - Y_2) * 100 / Y_1$, где D – депрессия урожайности, %; Y₁ – максимальная урожайность в благоприятный год, т/га; Y₂ – фактическая урожайность оцениваемого года, т/га [10, 11].

Результаты учёта урожайности обрабатывали методами дисперсионного и корреляционного анализов на компьютере (Программа AGROsver. 2.09.).

Результаты исследований

Неблагоприятные погодные условия в весенний период вегетации яровой пшеницы в 2019 году, характеризующиеся недостаточным количеством осадков, отрицательно сказались на росте и развитии растений. Поэтому уровень урожайности был средним для культуры в районе исследований. В текущем году выявлено

Таблица 2

Устойчивость сортов яровой пшеницы к абиотическим факторам за период 2019-2021 годы

Сорт	Урожайность, т/га		Депрессия урожая, %
	минимальная*- максимальная**	(максимальная+ минимальная)/2	
Архат	-0,89	1,92	37,6
Йолдыз	-1,23	1,91	48,8
Тулайковская 10	-1,34	2,22	46,4
Тулайковская золотистая	-1,21	2,09	45,0
Тулайковская 108	-1,17	2,00	45,3
Тулайковская 110	-1,11	2,15	41,1
Тулайковская 117	-1,32	2,37	43,6
Лютесценс 1300	-0,80	2,01	33,2
Экада 113	-1,27	1,86	51,0
Экада 214	-1,30	2,52	41,0
Тулайковская надежда(st)	-1,07	2,26	38,4
Экада 253	-1,39	2,12	49,5
Экада 258	-1,37	1,84	54,4
Кинельская нива	-1,08	1,96	43,2
Кинельская 59	-1,20	1,88	48,4
Кинельская отрада	-1,67	2,09	57,2
Кинельская 2010	-1,35	1,92	52,1
Кинельская юбилейная	-1,27	1,96	49,0
Кинельская заря	-1,44	2,08	51,4
Эритроспермум 4144	-1,23	2,15	44,6
Симбирцит	-1,60	1,88	59,7
Маргарита	-1,33	1,95	51,0
Ульяновская 100	-1,29	2,19	45,6
Ульяновская 105	-1,51	2,40	47,9
Бурлак	-1,55	2,16	52,9
Фаворит	-1,05	2,16	39,2

Примечание: *урожайность 2021 года, представлена в таблице 1;

** урожайность 2020 года, представлена в таблице 1;

существенное варьирование показателя по сортам от 1,39 т/га до 2,46 т/га (табл. 1).

Самую высокую урожайность в этих условиях сформировали сорта Ульяновская 105 – 2,46 т/га и Бурлак – 2,15 т/га. Данные сорта достоверно превысили стандарт Тулайковская надежда с урожайностью зерна 1,69 т/га на 0,78 и 0,45 т/га. Урожайность других изучаемых сортов не существенно изменялась по сравнению со стандартом.

В 2020 году установлена максимальная продуктивность растений за годы исследований. Урожайность яровой мягкой пшеницы варьировала по сортам и в абсолютных и относительных значениях в меньшей степени по сравнению с 2019 годом и составила 2,37-3,17 т/га.

Максимальную урожайность в самом благоприятном году сформировали сорта Экада 214 – 3,17 т/га и Ульяновская 105 – 3,15 т/га. Данные сорта достоверно превысили стандарт Тулайковская надежда с урожайностью зерна 2,79 т/га

на 0,36 и 0,30 т/га (12,9-13,6 %). Сорта Тулайковская 117, Тулайковская 10, Бурлак, Кинельская отрада превзошли стандарт на 0,1-0,24 т/га (3,6-8,6 %).

В 2021 году при аномально жаркой погоде в критические фазы развития растений получена минимальная урожайность яровой мягкой пшеницы за годы исследований, которая варьировала по сортам от 1,08 т/га до 1,87 т/га. Самые высокие значения установлены на сорте Экада 214 – 1,87 т/га, что не достоверно выше на 0,15 т/га, чем у стандарта Тулайковская надежда. Незначительно уступили стандарту сорта Тулайковская 117, Воевода на 0,17-0,18 т/га.

По результатам трехлетних испытаний выявлено, что урожайность стандарта составила 2,07 т/га. Только один сорт Ульяновская 105 с урожайностью 2,42 т/га достоверно превысил стандарт на 0,35 т/га. Также можно отметить относительно Тулайковской надежды высокопродуктивный сорт Экада 214 – 2,34 т/га.

Взаимосвязь параметров урожайности и адаптивности яровой пшеницы

Параметр	У, мин.	У, макс.	У, мин.-У, макс	(У, мин.+У, макс) /2	Депрессия урожая, %
У, средняя	0,47*±0,18	0,82**±0,08	-0,43±0,19	0,93**±0,03	0,08±0,23
У, мин.		0,01±0,24	0,54*±0,17	0,49*±0,18	-0,82**±0,08
У, макс.			-0,84**±0,07	0,86**±0,06	0,56*±0,16
У, мин.-У, макс				-0,46±0,18	-0,92**±0,04
(У, мин.+У, макс)/2					-0,08±0,23

По мнению ученых - селекционеров один из простых расчётов стабильности и адаптивности сортов – разница и средняя урожайность в контрастные по увлажнению годы [3, 5].

За период наблюдений с 2019 по 2021 годы наилучшей генетической гибкостью в наших исследованиях выделились сорта – Архат и Лютесценс 1300. Наибольшей зависимостью от погодных условий отличались сорта Симбирцит, Ульяновская 105 и Бурлак (табл. 2).

По средней урожайности в контрастные по увлажнению годы выделились сорта Экада 214, Ульяновская 105, Тулайковская 117 – 2,37-2,52 т/га, что существенно на 0,41-0,68 т/га (20,9-38,0 %) больше таких сортов, как Архат, Йолдыз, Экада 113, Экада 258, Кинельская 59, Кинельская 2010, Кинельская юбилейная, Симбирцит, Маргарита.

При корреляционном анализе восемнадцати сортов с трехлетними исследованиями и шестью анализируемыми признаками была выявлена линейная на 1 % уровне прямая взаимосвязь ($r=0,82\pm 0,08$ и $r=0,93\pm 0,03$) средней урожайности за годы исследований с максимальной и средней - в контрастные по влагообеспеченности годы (табл. 3).

По этому показателю выделились сорта Экада 214, Ульяновская 105.

Линейная обратная связь выявлена между минимальной урожайностью и депрессией урожая ($r=-0,82\pm 0,08$). Более высокой засухоустойчивостью отличались сорта Архат, Тулайковская надежда, Фаворит. Сорта Кинельская отрада, Симбирцит, Экада 258 имели существенный недобор в засушливые годы.

Обсуждение

Выявленная тенденция нарастания аридности климата в Поволжье ориентирует селекционеров яровой пшеницы на создание для устойчивого и эффективного производства зерна адаптивных для местных условий сортов.

Учитывая, что в Самарском Заволжье засухи проявляются один раз в два года, часто проявляется опасное метеорологическое явление

аномально-жаркая погода, основное направление в селекции яровой пшеницы создание засухоустойчивых и жаростойких сортов. Для оценки сортов по данным наших и других исследований один из простых расчётов стабильности и адаптивности анализируемых сортов – разница и средняя урожайность в контрастные по увлажнению годы.

Для определения засухоустойчивости одним из простых способов является выявление депрессии урожая.

Проведённые анализы позволяют выделить группы сортов с намеченными признаками.

Заключение

За 2019-2021 годы наибольшая урожайность зерна получена при возделывании сортов Экада 214 и Ульяновская 105 – 2,34-2,42 т/га.

Максимальной стрессоустойчивостью в различные по погодным условиям годы обладали сорта Архат и Лютесценс 1300 от -0,80 до -0,89.

По генетической гибкости (У, мин.+У, макс)/2 отмечено преимущество сортов Экада 214, Ульяновская 105 – 2,40-2,52 т/га.

Выявление практически функциональной взаимосвязи ($r=0,93\pm 0,03$) между средней урожайностью за годы исследований со средней в контрастные по влагообеспеченности годы способствовало выделению таких наиболее адаптированных сортов, как Экада 214, Ульяновская 105.

Из анализируемых сортов наименьшей засухоустойчивостью отличались Кинельская отрада, Симбирцит, Экада 258.

На основании проведённых исследований при возделывании яровой пшеницы в острозасушливых условиях Поволжья наиболее перспективны сорта Архат, Тулайковская надежда, Фаворит и Экада 214. В более лучших условиях влагообеспеченности целесообразно возделывать сорта Ульяновская 105 и Экада 214.

Библиографический список

1. Горянин, О. И. Совершенствование

технологии возделывания яровой пшеницы в Поволжье / О. И. Горянин, Е. В. Щербинина // Аграрный научный журнал. – 2020. – № 6. – С. 11-14. – Doi:10.28983/asj.y2020i6pp11-14.

2. Biologization and efficiency of crop rotation types under conditions of the forest-steppe zone of the Volga region / A. L. Toigildin, V. I. Morozov, M. I. Podsevalov, S. N. Zudilin // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2018. – Т. 9, № 6. – P. 1063-1070.

3. Бакаева, Н. П. Влияние погодных условий, систем обработки почвы и удобрений на структуру урожая и качество зерна яровой пшеницы / Н. П. Бакаева // Известия Самарской ГСХА. – 2019. – № 4. – С. 12-19.

4. Кузина, Е. В. Влияние обработки почвы и удобрений на урожайность и качество зерна яровой пшеницы / Е. В. Кузина // Вестник Казанского ГАУ. – 2021. – Т. 16, № 1(61). – С. 28-33. – Doi: 10.12737/2073-0462-2021-28-33.

5. Development of a digital model for assessing the influence of agroecological factors on the productivity of wheat grains / I. N. Besaliev, I. P. Bolodurina, D. I. Parfenov, S. S. Akimov // IOP Conference Series : Earth and Environmental Science. Ser. International Conference on World Technological Trends in Agribusiness. – 2021. – P. 012214. – Doi: 10.1088/1755-1315/624/1/012214

6. Development of models and methods for creating a digital twin of plant within the cyber-physical system for precision farming management / P. O. Skobelev, I. V. Mayorov, A. A. Zhilyaev [et al.]

// Journal of Physics: Conference Series. 23. Ser. XXIII International Conference on Soft Computing and Measurement, SCM 2020. – 2020. – P. 012-022. – Doi: 10.1088/1742-6596/1703/1/012022.

7. Адаптивный потенциал сортов пшеницы (озимой, яровой мягкой и яровой твердой) селекции Омского аграрного научного центра / М. Г. Евдокимов, И. А. Белан, В. С. Юсов [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – Т. 34, № 10. – С. 9-15. – Doi: 10.224411/0235-2451-2020-11001.

8. Достижения и направления дальнейшего развития селекции, семеноводства и размножения растений / Л. А. Беспалова, Ю. К. Гончарова, В. А. Драгавцев [и др.] // Труды Кубанского ГАУ. – 2017. – № 66. – С. 8-14.

9. Сюков, В. В. Диверсифицированная система сортов яровой мягкой пшеницы для создания высокопродуктивных агроэкосистем различного уровня интенсификации / В. В. Сюков, Н. В. Гулаева // Достижения науки техники АПК. – 2015. – Т. 29, № 8. – С. 55-57.

10. Гончаренко, А. А. Экологическая устойчивость сортов зерновых культур и задачи селекции / А. А. Гончаренко // Зерновое хозяйство. – 2016. – № 3. – С. 31-37.

11. Горянина, Т. А. Сравнительная оценка сортов озимой тритикале по адаптивной способности и стабильности / Т. А. Горянина // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – Т. 34, № 1. – С. 34-41. – Doi: 10.24411/0235-2451-2020-10107

RESEARCH ON ADAPTABILITY OF SPRING WHEAT VARIETIES IN THE VOLGA REGION

Madyakin E. V., Goryanin O. I.

Samara Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Samara

Research Institute of Agriculture named after N.M. Tulaykova,

446254, Samara region, Bezenchuk v., K.-Marx st., 41, tel. 8-84676-2-11-40, e-mail: samniisch@mail.ru

Keywords: spring soft wheat, variety, yield, adaptability, stability

An assessment of the prospects of spring wheat new varieties in the regional crop rotation of the arid Volga region is presented. When testing 26 varieties of soft wheat, it was revealed that the grain yield ranged from 1.08-1.87 t/ha (2021) to 2.37-3.15 t/ha (2020) under various weather conditions for 2019-2021. The main influence on the crop yield was exerted by the air temperature (feedback) in the phases of development critical in terms of moisture supply (tillering-earring). The maximum average grain yield for three years was formed by such varieties as Ekada 214, Ulyanovskaya 105 - 2.34-2.42 t/ha. The varieties Arkhat and Lutescens 1300 were distinguished by the highest stress resistance in years with contrasting weather conditions: from -0.80 to -0.89. According to genetic flexibility ($(Y_{\min} + Y_{\max})/2$), Ekada 214 and Ulyanovskaya 105 varieties were distinguished - 2.40-2.52 t/ha. Practically functional relationship ($r=0.93+0.03$) of the average yield for the years of the research with the average yield in contrasting years of moisture supply contributed to selection of such most adapted varieties as Ekada 214, Ulyanovskaya 105, which are offered as the most appropriate for spring wheat cultivation in most regions of the Middle Volga region. For the black soil steppe of the Trans-Volga region, the varieties Arhat, Tulaikovskaya Nadezhda, Favorit and Ekada 214 are the most appropriate.

Bibliography:

1. Adaptive potential of wheat varieties (winter, spring soft and spring hard) bred at Omsk Agrarian Scientific Center / M. G. Evdokimov, I. A. Belan, V. S. Yusov [and others] // Achievements of Science and Technology of the AIC. - 2020. - V. 34, № 10. - P. 9-15. – Doi: 10.224411/0235-2451-2020-11001.
2. Bakaeva, N. P. Influence of weather conditions, tillage systems and fertilizers on the crop structure and grain quality of spring wheat / N. P. Bakaeva // Izvestiya of Samara State Agricultural Academy. - 2019. - № 4. - P. 12-19.
3. Goncharenko, A. A. Ecological sustainability of grain crop varieties and selection tasks / A. A. Goncharenko // Grain economy. - 2016. - № 3. - P. 31-37.
4. Goryanin, O. I. Improvement of spring wheat cultivation technology in the Volga region / O. I. Goryanin, E. V. Shcherbinina // Agrarian scientific journal. - 2020. - № 6. - P. 11-14. – Doi:10.28983/asj.y2020i6pp11-14.
5. Goryanina, T. A. Comparative evaluation of varieties of winter triticale-adaptive ability and stability / T. A. Goryanina // Achievements of Science and Technology of the AIC. - 2020. - V. 34, № 1. - P. 34-41. – Doi: 10.24411/0235-2451-2020-10107
6. Achievements and directions for further development of selection, seed production and plant reproduction / L. A. Bespalova, Yu. K. Goncharova, V. A. Dragavtsev [and others] // Scientific works of Kuban State Agrarian University. - 2017. - № 66. - P. 8-14.
7. Kuзина, E. V. Influence of tillage and fertilizers on yield and grain quality of spring wheat / E. V. Kuзина // Vestnik of Kazan State Agrarian University. -

2021. - V. 16, № 1 (61). - P. 28-33. – Doi: 10.12737/2073-0462-2021-28-33.

8. Syukov, V. V. Diversified system of varieties of spring soft wheat for creation of highly productive agroecosystems of different levels of intensification / V. V. Syukov, N. V. Gulaeva // *Achievements of Science and Technology of the AIC*. - 2015. - V. 29, № 8. - P. 55-57.

9. Biologization and efficiency of crop rotation types under conditions of the forest-steppe zone of the Volgaregion / A. L. Toigildin, V. I. Morozov, M. I. Podsevalov, S. N. Zudilin // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. - 2018. - V. 9, № 6. - P. 1063-1070.

10. Development of a digital model for assessing the influence of agroecological factors on the productivity of wheat grains / I. N. Besaliev, I. P. Bolodurina, D. I. Parfenov, S. S. Akimov // *IOP Conference Series : Earth and Environmental Science. Ser. International Conference on World Technological Trends in Agribusiness*. - 2021. - P. 012214. - Doi: 10.1088/1755-1315/624/1/012214

11. Development of models and methods for creating a digital twin of plant within the cyber-physical system for precision farming management / P. O. Skobelev, I. V. Mayorov , A. A. Zhilyaev [et al.] // *Journal of Physics: Conference Series*. 23. Ser. XXIII International Conference on Soft Computing and Measurement, SCM 2020. - 2020. - P. 012-022. – Doi: 10.1088/1742-6596/1703/1/012022.