

**СОСТАВ И СВОЙСТВА АГРОДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ПРЕДУРАЛЬСКОЙ  
ПРОВИНЦИИ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ****Л.Г. Гаффарова, А.С. Ахрарова, С.М. Беляев**

**Реферат.** В работе представлены результаты анализа материалов крупномасштабного почвенного и агрохимического обследования, морфологического строения и свойств агродерново-подзолистых почв Мамадышского муниципального района Республики Татарстан расположенной в северной части Предуральской провинции лесостепной зоны. Статистические параметры дерново-среднеподзолистых почв точно фиксируют закономерности профильного распределения свойств, выявленные в ходе анализа индивидуальной аналитической информации. Показатели динамичных и устойчивых свойств агродерново-слабоподзолистых тяжелых суглинистых почв ниже их оптимальных параметров, необходимых для современного земледелия. Соответственно, они будут лимитирующими факторами достижения потенциала, определяемого влагообеспеченностью территории. Агродерново-подзолистые почвы района в слое 0–20 см в среднем содержат 55,4 т/га запасов гумуса, в полуметровой толще – 81,1 т/га, в метровом слое – 111,0 т/га и 51,6; 79,3; 103,2 т/га, соответственно в слабосмытом таксоне. Степень обеспеченности подвижным фосфором варьирует по турам агрохимического обследования в пределах среднего и повышенного содержания. В динамике калия в почвах района наблюдается повышенное содержание по всем турам агрохимического обследования с положительным трендом в последние годы. Сохранение площадей с кислой реакцией среды, несмотря на увеличение объемов известкования, способствовали процессам эрозии, углублению пахотного горизонта, а также изменение физиологически кислых минеральных удобрений. Фактическая урожайность озимой ржи в зависимости от года имеет диапазон колебания от 0,5 до 3,2 т/га, со средним значением 2,49 т/га и коэффициентом вариации 44,6 %. Временные ряды с содержанием подвижного фосфора и калия в почвах и урожайностью озимой ржи положительно коррелируют с коэффициентом корреляции 0,44 (подвижный калий) и 0,63 (подвижный фосфор). Между ними получена достоверная корреляционная зависимость. Полученные уравнения регрессии можно применять при прогнозировании урожайности озимой ржи района. Почвы данного типа требуют внесения высоких доз удобрений и доведения гумусированности пахотного горизонта до оптимальных ее значений.

**Ключевые слова:** статистические параметры, морфологическое строение, гранулометрический состав, содержание гумуса, запасы гумуса, сумма поглощенных оснований, агродерново-подзолистые почвы.

**Введение.** Морфологическое строение и свойства почв определяют урожайность сельскохозяйственных культур, соответственно между ними и продуктивностью агроценозов существует прямая и косвенная связь. Это предполагает получение информации о состоянии почвенного покрова, как в масштабе государства, так и отдельных хозяйственных подразделений [1].

Данные почвенных разрезов обработанные методом математической статистики в результате обобщения информации послужат нулевым циклом мониторинга, показатели которых отражают результаты имевшихся и происходящих в данный момент времени почвенных процессах [2]. Строение современного генетического профиля и последовательность горизонтов являются фундаментальными почвенными признаками, формирующими основные типы и подтипы почв с последующим влиянием антропогенного фактора [3].

Цель работы – провести оценку морфологического строения и свойств агродерново-подзолистых почв для создания модели плодородия и рационального использования региональных почвенных ресурсов.

**Условия, материалы и методы.** Особенности пространственного варьирования состава и почвенных свойств нами рассматривается на примере агродерново-подзолистых почв Мамадышского муниципального района

Республики Татарстан. Площадь распространения данного типа [4] в данном районе составляет 24,8 тыс. га (26%). Анализируемый район относится к бореальной ландшафтной зоне, в геологическом строении поверхности принимают участие верхнепермские отложения, представленные породами уфимского, казанского и татарского ярусов, а также плиоценовые и четвертичные отложения. Почвообразующими породами служат преимущественно элювиально-делювиальные и делювиальные отложения. Район расположен на юго-западном окончании Верхнекамской возвышенности, представляет собой возвышенную равнину с преобладающими высотами 140–200 м, расчлененную речными долинами, балками и оврагами. Формы эрозийного рельефа и площадь эродированных почв на уровне 81,5 % от площади пашни. Преобладающим элементом рельефа являются склоны. На пашне преобладают слабопологие склоны 1–3°. Они имеют в основном благоприятные условия для механизации полевых сельскохозяйственных работ. Район занимает одно из ведущих мест в современном сельскохозяйственном производстве [5].

Для морфологической и аналитической характеристики используются материалы крупномасштабных почвенных изысканий Волжского филиала «Росгипрозем». Обработка данных морфологического строения и

свойств почв проводились с помощью методов математической статистики, в результате получены - средняя арифметическая, ошибка средней арифметической, среднеквадратическое отклонение, коэффициент вариации, объем выборки, предельные значения и типичные значения каждого признака и свойства. Они являются более информативными, чем сведения, полученные из основных почвенных разрезов [6, 7]. По объему информации статистические параметры свойств дифференцируются и ранжируются в следующем порядке: фундаментальные свойства (гранулометрический состав, в том числе содержание частиц меньше 0,01 и 0,001 мм, рН водной и солевой вытяжки) – устойчивые свойства (содержание гумуса, сумма поглощенных оснований,

гидролитическая кислотность) – динамические свойства (содержание подвижных элементов питания – фосфора и обменного калия).

**Результаты и обсуждение.** Из агродерново-подзолистых почв наиболее информативными и представительными оказались агродерново-слабоподзолистые мало гумусированные почвы. Они представлены следующим сочетанием генетических горизонтов: P (23,4) – AEL (26) – BEL (28) – BT1(49) – BT2(92,5) – BC (112,6) – C (141,7) (табл.1).

Анализ данных этого ряда показывает, что мощность пахотного горизонта ниже уровня среднереспубликанских показателей [7]. И являются недостаточной для интенсивного ведения земледелия. Пахотный горизонт имеет мощность 23,4 см.

Таблица 1 – Статистические показатели морфометрии дерново-слабоподзолистых тяжелосуглинистых пахотных почв, см

Горизонт	Показатели						
	n	max	min	M	σ	±m	V, %
P	28	32	18	23,4	3,06	0,58	13,1
AEL	6	30	24	26,0	2,56	1,05	0,8
BEL	12	35	26	28,0	2,87	0,83	10,1
BT1	28	91	30	49,0	10,15	1,92	20,7
BT2	18	109	68	92,5	12,14	2,86	13,1
BC	19	130	89	112,6	14,25	3,27	12,6
C	19	153	118	141,7	11,99	2,75	8,5

Ниже пахотного горизонта имеются переходные горизонты A1A2 и A2B, который имеет языковатое строение, состоит из ровных частей горизонта A2 и подгоризонта B1, имеет неоднородную белесовато-светло-бурую окраску [8]. Средняя мощность этих двух горизонтов небольшая и равна 8,9 см. Таким образом, в описываемых почвах подзолистый горизонт присутствует не во всех разрезах, его часто замещает переходные горизонты A1A2 и A2B, нижняя граница которого проходит на глубине 35,1 см.

Иллювиальный горизонт B представлен двумя подгоризонтами B1 и B2, нижняя часть последнего проходит на глубине 92,5 см, совокупная мощность горизонта B равна 58,1см.

Подгоризонт B2 обладает наиболее типичными и характерными для горизонта свойствами. Обычно этот горизонт имеет плотное сложение, коричневато-бурую окраску, ореховатую структуру.

По граням структурных отдельностей имеется глянec или лакировка благодаря гумусовым затекам, коллоидным формам

минеральных и органо-минеральных веществ. Почвообразующими породами являются делювиальные желто-бурые карбонатные легкие глины. Насыщенность их щелочными и щелочно-земельными элементами корректирует глубину вскипания от 10% соляной кислоты. Вскипание в целом наблюдается во втором метре. Имеющиеся данные также указывают на формирование дерново-подзолистых почв на бедных основаниями породах [9]. В пахотном горизонте описываемых почв содержится 2,20% гумуса, к переходным и особенно к иллювиальному горизонтам это содержание резко падает, снижаясь в последнем до 0,55%, что довольно близко к показателям содержания органического вещества рыхлых отложений.

Коэффициент изменчивости имеет среднюю степень, а также тенденцию роста в нижних горизонтах. В целом содержание гумуса пахотного горизонта дерново-подзолистых почв ниже оптимальных показателей, установленных по данным почвам в других регионах (табл.2).

Таблица 2 – Статистические показатели гумуса дерново-слабоподзолистых тяжелосуглинистых пахотных почв, %

Горизонт	Показатели						
	n	max	min	M	σ	±m	V, %
P	28	2,8	1,5	2,18	0,44	0,08	21,1
AEL	5	2,4	0,6	1,56	0,66	0,30	42,7
BEL	10	1,4	0,3	0,86	0,41	0,13	46,2
BT1	26	0,9	0,2	0,55	0,20	0,04	36,7
BT2	8	0,6	0,3	0,45	0,09	0,03	20,6

**АГРОНОМИЯ**

В пахотном горизонте почв содержатся 43% физической глины и 15,5% ила.

Статистические параметры физической глины (частиц меньше 0,01 мм) и ила

(частиц меньше 0,001мм) подтверждают их варьирование в диапазоне, характерном для тяжелосуглинистых разновидностей (табл. 3, 4).

Таблица 3 – Статистические показатели содержания частиц физической глины (<0,01 мм) дерново-слабоподзолистых тяжелосуглинистых пахотных почв, %

Горизонт	Показатели						
	n	max	min	M	σ	±m	V,%
P	22	47,50	40,2	43,14	1,78	0,38	4,1
AEL	4	44,00	37,0	41,02	2,93	1,46	7,1
BEL	7	58,10	40,2	48,07	5,40	2,04	11,2
BT1	18	63,30	41,5	54,81	6,44	1,52	11,8
BT2	15	71,50	44,1	54,27	6,50	1,68	12,1
BC	17	73,30	39,7	55,38	8,19	1,99	14,8
C	16	73,90	44,3	57,63	8,04	2,01	14,0

Профильное распределение этих частиц подтверждает элювиально-иллювиальный тип. Одновременно профильное распределение илстой фракции и физической глины подтверждает наличие подзолистого процесса.

При этом более объективным критерием является поведение содержания ила, что

отмечено многими исследователями. Подвижность илстой фракции также фиксирует высокие коэффициенты вариации (табл. 4). Емкость катионного обмена, изменяется от 17,6 в переходных горизонтах до 27,6 в иллювиальном горизонте с увеличением илстой фракции (табл.5, 6).

Таблица 4 – Статистические показатели содержания частиц физического ила (<0,001 мм) дерново-слабоподзолистых тяжелосуглинистых пахотных почв, %

Горизонт	Показатели						
	n	max	min	M	σ	±m	V,%
P	22	22,5	8,7	15,50	3,32	0,72	21,4
AEL	5	16,4	10,0	13,06	2,43	1,09	18,5
BEL	7	25,9	9,7	22,13	6,06	2,29	24,4
BT1	19	46,0	16,1	33,08	7,48	1,72	22,6
BT2	16	40,7	22,4	32,41	5,78	1,44	17,8
BC	17	40,1	14,9	30,89	8,03	1,95	26,0
C	19	41,7	20,8	32,98	5,49	1,26	16,6

Таблица 5 – Статистические показатели содержания суммы поглощенных оснований дерново-слабоподзолистых тяжелосуглинистых пахотных почв, ммоль/100 г почвы

Горизонт	Показатели						
	n	max	min	M	σ	±m	V,%
P	28	29,2	11,8	19,01	2,54	0,48	15,9
AEL	5	17,4	13,6	15,84	1,55	0,69	9,8
BEL	11	18,5	7,3	14,33	3,59	1,06	24,7
BT1	26	27,1	11,9	20,65	4,45	0,87	21,5
BT2	9	30,0	19,5	23,10	3,59	1,20	15,5

Таблица 6 – Статистические показатели гидролитической кислотности дерново-слабоподзолистых тяжелосуглинистых пахотных почв, ммоль/100 г почвы

Горизонт	Показатели						
	n	max	min	M	σ	±m	V,%
P	24	6,0	1,1	3,28	1,04	0,21	32,6
AEL	3	2,7	1,3	1,83	0,76	0,44	41,3
BEL	7	5,5	1,8	3,31	1,59	0,60	48,0
BT1	21	8,2	1,3	4,13	2,20	0,48	53,2
BT2	11	7,5	2,4	4,54	1,76	0,53	38,2

Другим фундаментальным свойством является рН почвенной суспензии, агродерново-подзолистые почвы района, при этом имеет кислую среду по всему профилю (табл.7).

Анализируемые почвы относятся к тяжело-суглинистой разновидности с среднеарифметическим содержанием гумуса в пахотном горизонте – от 2,2 до 2,0 % в слабосмытых таксонах, что относится к мало гумусированным видам. Далее вниз по профилю оно

снижается, при этом в дерново-подзолистых почвах изменение более резкое.

Обобщенные средние показатели дают более подробную картину о содержании гумуса в почвах.

Так, агродерново-подзолистые почвы района в слое 0–20 см в среднем содержат 55,4 т/га, в полуметровой толще – 81,1 т/га, в метровом слое – 111,0 т/га и 51,6; 79,3; 103,2 т/га, соответственно в слабосмытом таксоне.

Таблица 7 – Статистические показатели рН дерново-слабоподзолистых тяжело-суглинистых пахотных почв

Горизонт	Показатели						
	n	max	min	M	σ	±m	V,%
P	28	6,4	4,2	5,24	0,51	0,097	9,83
AEL	3	5,75	4,8	5,15	0,52	0,301	10,14
BEL	7	5,20	3,8	4,63	0,64	0,245	13,99
BT1	25	5,40	3,4	4,33	0,61	0,123	14,19
BT2	18	5,30	3,7	4,27	0,45	0,107	10,61
BC	13	6,90	3,8	4,73	0,89	0,247	18,85
C	11	5,0	3,8	4,35	0,35	0,106	8,06

Содержание и запасы гумуса в пахотных почвах служит интегральным показателем потенциального и эффективного плодородия почв. Полученные показатели могут служить основой при разработке оптимальных параметров почв и моделей высокоплодородной почвы для каждой из систематических групп зональных почв региона. Динамичные показатели подвижных элементов питания и антропогенное воздействие нами рассматривались по материалам агрохимических исследований и статистических отчетов района [10].

Систематическое внесение минеральных удобрений в РТ началось в конце 50-х годов, к середине 70-х годов внесение минеральных удобрений составило 35,7 кг д.в./гектар. А уже к 90 годам норма внесения составила 190,8 кг д.в./га, что является наивысшими показателями. За этот период и последующие годы происходит снижение насыщенности органическими удобрениями пашни от 6,3 до 0,7 т/га (табл. 8, 9).

Степень обеспеченности подвижным фосфором варьирует по турам агрохимического обследования в пределах среднего и повышенного содержания. Это предполагает, что получение высоких урожаев будет определяться внесением фосфорных удобрений

в количествах, превышающих вынос этого элемента урожаем культур.

В почвах района наблюдается повышенное содержание калия по всем турам агрохимического обследования, в последние годы тренд положительный.

Динамика положительного содержания калия увеличивается за счет содержания валовых запасов, выветривания горных пород и минералов. Сохранение площадей с кислой реакцией среды, несмотря на увеличение объемов известкования, способствовали процессы эрозии, углубление пахотного горизонта, а также применение физиологически кислых минеральных удобрений.

Фактическая урожайность озимой ржи в зависимости от года имеет диапазон колебания от 0,5 до 3,2 т/га, варьирование происходит за счет почвенно-климатических условий.

Урожайность озимой ржи за 1976-2019 годы составляет в среднем 2,49 т/га, с коэффициентом вариации равным 44,6 %.

Между содержанием подвижного фосфора и калия в почвах и урожайностью имеется связь с коэффициентом корреляции 0,44 (калий) и 0,63 (фосфора). На основе полученной связи рассчитана прогнозируемая урожайность озимой ржи.

Таблица 8 – Временной ряд агрохимического состояния почв, применения минеральных (кг д.в.) и органических удобрений, урожайности озимой ржи в Мамадышском районе

Циклы и годы	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	рН	Удобрения		Урожайность, т/га У <sub>ф</sub>
	мг/кг			мин. кг/га	орг. т/га	
I - (1969)	70,0	110,0	5,4	10,7	2,9	-
II - (1977)	88,2	115,0	5,4	35,7	5,8	0,5
III - (1984)	116,2	129,0	5,4	54,0	5,9	1,5
IV - (1990)	125,4	126,0	5,3	172,0	6,3	2,8
V - (1993)	155,5	138,3	5,3	190,8	4,9	2,4
VI - (2000)	137,5	137,0	5,3	79,6	2,6	2,7
VII - (2006)	137,0	141,3	5,4	47,9	1,7	3,2
VIII - (2011)	143,6	140,1	5,5	70,3	0,9	2,2
IX - (2019)	144,2	150,2	5,5	47,0	0,7	2,4

Таблица 9 – Уравнения регрессии между факторами и урожайностью озимой ржи

Y	X	R	Уравнения регрессии
Уф	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,63	Уф = 0,0285 X P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – 1,20
Уф	K <sub>2</sub> O	0,44	Уф = 0,0433 X K <sub>2</sub> O – 3,16

**Выводы.** Статистические параметры дерново-среднеподзолистых почв точно фиксируют закономерности профильного распределения свойств, выявленные в ходе анализа индивидуальной аналитической информации почв. Показатели динамичных и устойчивых свойств агродерново-слабоподзолистых тяжелосуглинистых почв ниже их оптимальных параметров, необходимых для современного земледелия. Соответственно, они будут лимитирующими факторами достижения

потенциала, определяемого влагообеспеченностью территории. Почвы данного подтипа требуют внесения высоких доз удобрений и доведения гумусированности пахотного горизонта до оптимальных ее значений.

Урожайность озимой ржи, динамика содержания подвижных форм элементов имеют достоверную корреляционную связь между собой. Полученные уравнения регрессии можно применять при прогнозировании урожайности озимой ржи района.

#### Литература

1. Справочни кагрохимика / И.Д. Давлятшин, М.Ю. Гилязов, А.А. Лукманов, С.Ш. Нуриев, Р.М. Миннуллин, М.И. Маметов, А.В. Мустафин, Р.Р. Гайров, Р.Т. Хакимзяно. Казань: ООО «МедДок», 2013. 300 с.
2. Гаффарова Л. Г., Давлятшин И.Д. Статистические параметры морфологического строения и свойств дерново-подзолистых и серых лесных пахотных почв Привятской полосы лесостепной зоны Республики Татарстан. Казань: Изд-во Казан. гос. аграрного ун-та, 2019. 130 с.
3. Гаффарова Л. Г. Динамика запасов гумуса и прогноз углеродсеквестрирующего потенциала зональных почв Республики Татарстан // Вестник Казанского ГАУ № 3(63) 2021. С. 19-27
4. Классификация и диагностика почв России / Л.Л. Шишов и др. – Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
5. Ландшафты Республики Татарстан. Региональный ландшафтно-экологический анализ // Под редакцией профессора О.П. Ермолаева / Ермолаев О.П., Игонин М.Е., Бубнов А.Ю., Павлова С.В. – Казань: «Слово». 2007. 411 с.
6. Дмитриев Е. А. Математическая статистика в почвоведении / науч. ред. Ю. Н. Благовещенский. – Изд. 3-е, испр. и доп. – М.: Либроком, 2009. 328 с.
7. Пространственная изменчивость агрохимических свойств сельскохозяйственных угодий Брянской области Самсонова В.П., Кротов Д.Г., Лавринова Е.Ю. Агрохимия. Том 7. 2017. С. 11-18
8. Typical Signs and Properties of Agricultural-Podzolic Soils of Northern Forest-Steppe электр. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Rusky Island, 04–06 марта 2019 года. – Rusky Island: Institute of Physics Publishing, 2019. P. 022162. DOI 10.1088/1755-1315/272/2/022162.
9. Ахрарова А. С. Динамика агрохимических показателей дерново-подзолистых и серых лесных почв в Мамадышском муниципальном районе Республики Татарстан // Сборник статей Всероссийской конференции-конкурса молодых исследователей «Агробιοинженерия» 2021». Москва, 2021. С. 146-151.
10. Оценка динамики агрохимических свойств пахотных почв / В. П. Самсонова, Д. Г. Кротов, М. И. Кондрашкина, С. Е. Дядкина // Проблемы агрохимии и экологии. – 2019. – № 2. – С. 54-59. – DOI 10.26178/AE.2019.58.79.009.

#### Сведения об авторах:

Гаффарова Лилия Габдулбаровна – кандидат биологических наук, доцент, e-mail: gaffarovalylya@mail.ru  
 Ахрарова Анастасия Сергеевна – аспирант, e-mail: akhrarova.anastasiya@mail.ru  
 Беляев Сергей Михайлович – аспирант, e-mail: lero-12@yandex.ru  
 Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия.

#### COMPOSITION AND PROPERTIES OF AGRODERN-PODZOLIC SOILS OF THE PRE-URAL PROVINCE OF THE FOREST-STEPPE ZONE

L.G. Gaffarova, A.S. Akhrarova, S.M. Belyaev

**Abstract.** The paper presents the results of the analysis of materials of a large-scale soil and agrochemical survey, morphological structure and properties of agroderm-podzolic soils of the Mamadysh municipal district of the Republic of Tatarstan located in the northern part of the Pre-Ural province of the forest-steppe zone. Statistical parameters of sod-medium podzolic soils accurately record the patterns of profile distribution of properties identified during the analysis of individual analytical information. Indicators of dynamic and stable properties of agroderm-weakly podzolic heavy loamy soils are below their optimal parameters necessary for modern agriculture. Accordingly, they will be limiting factors in achieving the potential determined by the moisture availability of the territory. Agroderm-podzolic soils of the district in a layer of 0-20 cm on average contain 55.4 t/ha of humus reserves, in a half-meter thick – 81.1 t/ha, in a meter layer – 111.0 t/ha and 51.6; 79.3; 103.2 t/ha, respectively, in a slightly washed taxon. The degree of availability of mobile phosphorus varies according to the rounds of agrochemical examination within the limits of medium and high content. In the dynamics of potassium in the soils of the district, there is an increased content in all rounds of the agrochemical survey with a positive trend in recent years. The preservation of areas with an acidic reaction of the environment, despite the increase in liming volumes, was facilitated by erosion processes, deepening of the arable horizon, as well as the use of physiologically acidic mineral fertilizers. The actual yield of winter rye, depending on the year, has a range of fluctuations from 0.5 to 3.2 t/ha, with an average value of 2.49 t/ha and a coefficient of variation of 44.6%. Time series with the content of mobile phosphorus and potassium in soils and the yield of winter rye positively correlate with a correlation coefficient of 0.44 (mobile potassium) and 0.63 (mobile phosphorus). A reliable correlation was obtained between them. The obtained regression equations can be used to predict the yield of winter rye in the district. Soils of this type require the introduction of high doses of fertilizers and bringing the humus content of the arable horizon to its optimal values.

**Key words:** statistical parameters, morphological structure, granulometric composition, humus content, humus reserves, sum of absorbed bases, agroderm-podzolic soils.

## References

1. Handbook of agrochemicals / I.D. Davlyatshin, M.Y. Gilyazov, A.A. Lukmanov, S.S. Nuriev, R.M. Minnulin, M.I. Mametov, A.V. Mustafin, R.R. Gayrov, R.T. Khakimzyanov. Kazan: LLC "MeDDok", 2013. 300 p.
2. Gaffarova L. G., Davlyatshin I. D. Statistical parameters of the morphological structure and properties of sod-podzolic and gray forest arable soils of the Privyatskaya strip of the forest-steppe zone of the Republic of Tatarstan. Kazan: Kazan Publishing House.State Agrarian University, 2019. 130 p.
3. Gaffarova L. G. Dynamics of humus reserves and forecast of carbon-sequestering potencialazonal soils of the Republic of Tatarstan // Bulletin of the Kazan State Agrarian University No. 3(63) 2021. P. 19-27
4. Classification and diagnostics of soils of Russia L.L. Shishov et al. – Smolensk: Oikumena, 2004. 342 p.
5. Landscapes of the Republic of Tatarstan. Regional landscape and ecological analysis // Edited by Professor O.P. Ermolaev / Ermolaev O.P., Igonin M.E., Bubnov A.Yu., Pavlova S.V. – Kazan: "Word". 2007. 411 p.
6. Dmitriev E. A. Mathematical statistics in soil science / scientific ed. Yu. N. Blagoveshchenskiy. – 3rd edition, ispr. and add. – M.: Librocom, 2009. 328 p.
7. Spatial variability of agrochemical properties of agricultural lands of the Bryansk region Samsonova V.P., Krotov D.G., Lavrinova E. Yu. Agrochemistry, volume 7, 2017 P. 11-18
8. Typical Signs and Properties of Agricultural-Podzolic Soils of Northern Forest-Steppe electr. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Russky Island, 04-06 March 2019. – Russky Island: Institute of Physics Publishing, 2019. P. 022162. DOI 10.1088/1755-1315/272/2/022162.
9. Dynamics of agrochemical indicators of sod-podzolic and gray forest soils in Mamadysh municipal district of the Republic of Tatarstan // Akhrarova A. S. In the collection: Agrobioengineering 2021. Collection of articles of the All-Russian conference-competition of young researchers. Moscow, 2021. P. 146-151.
10. Assessment of the dynamics of agrochemical properties of arable soils Samsonova V.P., Krotov D.G., Kondrashkina M.I., Dyadkina S.E. // Problems of agrochemistry and ecology, 2019. No. 2.P. 54-59

**Authors:**

Gaffarova Liliya Gabdulbarovna – Ph.D. of Biological Sciences, Associate Professor, e-mail: gaffarovalylya@mail.ru.  
Akhrarova Anastasia Sergeevna – postgraduate student, e-mail: akhrarova.anastasiya@mail.ru  
Belyaev Sergey Mikhailovich – post-graduate student, e-mail: lero-12@yandex.ru  
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.