

Оригинальная статья

УДК 631.4

DOI: 10.26897/1997-6011-2023-2-52-58



ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ БАСЕЙНА САНЫ

Исаев Андрей Сергеевич, инженер

andisrgau@mail.ru

Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова; 127434, г. Москва, ул. Б. Академическая, 44, корп. 2, Россия

Аннотация. Разработана производственная классификация земель в качестве составной части сельскохозяйственной оценки природных ресурсов объекта исследования, которая подразделяет земли на категории пригодности и классы по возможности их использования под пашню, многолетние насаждения и кормовые угодья при орошении. Классификация, совместно с мелиоративной оценкой земель, позволяет определить, в каких целях целесообразно использовать те или иные орошаемые земли, какие мелиоративные мероприятия могут способствовать наиболее эффективному использованию природного потенциала при естественном увлажнении и орошении, а также производить сравнительную оценку плодородия почв по выделенным категориям и классам земель для обоснования проектной урожайности сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: производственная классификация земель, категория пригодности земель, класс земель, основные диагностические свойства почв

Формат цитирования: Исаев А.С. Производственная классификация земель бассейна Саны // Природообустройство. 2023. № 2. С. 52-58. DOI: 10.26897/1997-6011-2023-2-52-58.

© Исаев А.С., 2023

Original article

PRODUCTION CLASSIFICATION OF THE LANDS OF THE SANA'A BASIN

Isaev Andrey Sergeevich, engineer

andisrgau@mail.ru

All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Melioration named after A.N. Kostyakov; 127434, Moscow, B. Akademicheskaya str., 44, building 2, Russia

Annotation. The industrial classification of lands has been developed as an integral part of the agricultural assessment of the natural resources of the research object, which divides the lands into categories of suitability and classes, if possible, for their use for arable land and perennial plantations during irrigation. Classification, together with land reclamation assessment, makes it possible to determine for what purposes it is more appropriate to use certain irrigated lands, which reclamation measures can contribute to the most effective use of natural potential with natural moistening and irrigation, as well as to make a comparative assessment of soil fertility by the selected categories and classes of land to substantiate the project crop yields.

Keywords: production classification of lands, categories of land suitability, classes of lands, basic diagnostic properties of soils

Format of citation: Isaev A.S. Production classification of the lands of the Sana's basin // Prirodoobustrojstvo. 2023. No. 2. S. 52-58. DOI: 10.26897/1997-6011-2023-2-52-58.

Введение. Основной задачей исследования является построение производственной классификации земель в качестве составной части сельскохозяйственной оценки природных ресурсов бассейна Саны. Предложенная производственная классификация земель

предусматривает выделение категорий пригодности и классов земель, что позволяет решать следующие задачи: размещать сельскохозяйственные культуры на землях, пригодных для сельскохозяйственного производства, отнесенных к определенным агропроизводственным

классам земель, с учетом требований культур к уровню плодородия почв в условиях орошения, проводить сравнительную оценку уровня плодородия почв по выделенным агропроизводственным классам земель для обоснования проектной урожайности сельскохозяйственных культур, разрабатывать мелиоративные мероприятия, способствующие максимальному использованию природного потенциала при естественном увлажнении и при орошении.

Методические основы построения классификации орошаемых земель:

1. Критерием подразделения земель на категории является возможность их использования под пашню, многолетние насаждения и пастбища.

2. Критерием подразделения категорий земель на классы является распределение основных диагностических свойств почв в иерархическом порядке – от низкоуровневых к высокоуровневым.

3. Определение наборов ведущих сельскохозяйственных культур, агрохозяйственные требования которых сопоставимы с диагностическими свойствами почв каждого класса, а также агроклиматическими и почвенно-мелиоративными условиями региона.

Построение производственной классификации земель бассейна Саны. Производственная классификация земель является составной частью сельскохозяйственной оценки природных ресурсов объекта исследования и заключается в подразделении земель на категории и классы по возможности их использования под пашню и многолетние насаждения при орошении.

Классификация вместе с мелиоративной оценкой земель позволяет определить, в каких целях целесообразно использовать те или иные орошаемые земли, какие мелиоративные мероприятия могут способствовать наиболее эффективному использованию природного потенциала при естественном увлажнении и орошении, а также произвести сравнительную оценку плодородия почв по выделенным категориям и классам земель для обоснования проектной урожайности сельскохозяйственных культур.

В условиях естественного увлажнения продуктивная способность земель зависит исключительно от их влагообеспеченности. Поэтому строить производственную классификацию земель на основе состава, свойств, уровня плодородия и продуктивности почв пахотных угодий и многолетних насаждений (сады, виноградники) аридной зоны имеет смысл только для оценки возможности земледелия в условиях орошения,

позволяющей определить набор сельскохозяйственных культур, агрохозяйственные требования которых сопоставимы с земельными, агроклиматическими и почвенно-мелиоративными условиями региона.

Предложенная производственная классификация земель предусматривает выделение категорий пригодности и классов земель, что позволяет решать следующие задачи: размещать сельскохозяйственные культуры по агропроизводственным классам земель с учетом их требований к уровню плодородия почв в условиях орошения, проводить сравнительную оценку уровня плодородия почв в условиях орошения по выделенным агропроизводственным классам земель для обоснования проектной урожайности сельскохозяйственных культур, разрабатывать мелиоративные мероприятия, способствующие максимальному использованию природного потенциала при естественном увлажнении и при орошении.

В основе принципа ограничений при использовании выделены следующие категории земель:

Категория I. Земли, пригодные под пашню и многолетние насаждения для возделывания любых районированных культур.

Категория II. Земли, пригодные под пашню и малоприспособные под многолетние насаждения.

Категория III. Земли, непригодные под пашню и многолетние насаждения, но используемые под пастбища.

Категория IV. Земли, непригодные для сельскохозяйственного производства.

Классы земель являются основными единицами классификации и представляют собой участки с близкими природными и хозяйственными условиями, требующие применения одинаковых методов повышения продуктивности почв путем проведения мелиоративных мероприятий и одинаковых технологических схем выращивания сельскохозяйственных культур в условиях орошаемого земледелия.

Выделение классов земель произведено на основе следующих основных диагностических свойств почв: мощность гумусово-аккумулятивного горизонта, мощность слоя мелкозема, гранулометрический состав верхнего метрового слоя почвы, структура почвенных горизонтов верхнего метрового слоя почвы, солонцеватость почв, засоленность почв, эродированность почв, каменистость почв.

Такие свойства почв, как емкость поглощения, реакция почвенного раствора, содержание гумуса, карбонатов, подвижного фосфора

и обменного калия, для упрощения не учитывались, так как их значения по почвам объекта различаются незначительно.

Характеристика основных диагностических свойств почв в целях выделения классов приведена в таблице 1.

Таблица 1. Характеристика основных диагностических свойств почв в целях выделения классов

Table.1.Characteristics of the main diagnostic properties of soils in order to distinguish classes

№	Свойство почв	Значение показателя	Характеристика
1	2	3	4
1	Мощность гумусово-аккумулятивного горизонта почвы, см	Отсутствие почвенного слоя	Обломочная или массивно-кристаллическая коренная горная порода
		0-30 см	Слаборазвитые
		30-60 см	Маломощные
		60-100 см	Среднемощные
2	Мощность слоя мелкозема (элементарных почвенных частиц с условным диаметром менее 1 мм), см	Отсутствие слоя мелкозема	Обломочная или массивно-кристаллическая коренная горная порода
		0-30 см	Слаборазвитые
		30-60 см	Маломощные
		60-100 см	Среднемощные
3	Гранулометрический состав верхнего метрового слоя мелкозема почвы, определяемый по содержанию физической глины (элементарных почвенных частиц с условным диаметром менее 0,01 мм)	0-5%	Песок рыхлый
		5-10%	Песок связный
		10-20%	Супесь
		20-30%	Суглинок легкий
		30-45%	Суглинок средний
		45-60%	Суглинок тяжелый
		60-75%	Глина легкая
		75-85%	Глина средняя
		85-100%	Глина тяжелая
Выходы коренных горных пород	Обломочная или массивно-кристаллическая коренная горная порода		
4	Структура почвенных горизонтов верхнего метрового слоя почвы, определяемая по содержанию агрегатов диаметром 0,25-10 мм, % к массе навески почвы	80-100%	Отличная
		60-80%	Хорошая
		40-60%	Удовлетворительная
		20-40%	Неудовлетворительная
		Менее 20%	Плохая
5	Солонцеватость верхнего метрового слоя почвы, определяемая по содержанию обменного натрия, % от емкости поглощения почвенно-поглощающего комплекса (элементарных почвенных частиц условным диаметром менее 0,0001 мм)	Менее 3%	Несолонцеватые
		3-5%	Слабосолонцеватые
		5-10%	Среднесолонцеватые
		10-15%	Сильносолонцеватые
6	Засоленность верхнего метрового слоя почвы, определяемая в зависимости от типа засоления по содержанию воднорастворимых солей в водной вытяжке 1:5, %	Засоление отсутствует по всему профилю почвы	Незасоленные
		Комплексы, включающие в себя преобладающие незасоленные почвы и редкие слабо- и средnezасоленные почвы	Спорадически засоленные
		Почвы, имеющие один или несколько слабо или среднезасоленных горизонтов.	Засоленные

1	2	3	4
7	Глубина залегания солевого горизонта от поверхности почвы, см	0-30 см	Солончаковые
		30-70 см	Солончаковатые
		70-100 см	Глубокосолончаковатые
		100-200 см	Глубокозасоленные
8	Эродированность (смытость) почв, определяемая по степени смытости гумусово-аккумулятивного горизонта почвы	Горизонт А не смыт	Неэродированные
		Смыто не более чем на половину горизонт А	Слабоэродированные (слабосмытые)
		Смыто более чем на половину или полностью горизонт А	Среднеэродированные (среднесмытые)
		Смыт частично, или полностью переходный горизонт В	Сильноэродированные (сильносмытые)
9	Поверхностная каменистость почвы, определяемая по степени покрытия поверхности почвы окатанными камнями или камнями с острыми кромками диаметром более 5 см, %	Покрытие поверхности культурной почвы камнями диаметром менее 5 см менее 5%	Некаменистые культурные почвы с убранными камнями
		Покрытие поверхности целинной почвы камнями диаметром более 5 см	-
		5-10%	Слабокаменистые
		10-20%	Среднекаменистые
		20-50%	Сильнокаменистые
		Более 50%	Очень сильнокаменистые
10	Почвообразующие и подстилающие горные породы	Обломочная или массивно-кристаллическая коренная горная порода	Базальты третичные (βTr)
			Базальты четвертичные (βQ)
			Песчаники меловые (SS)
			Известняки юрские (LS)
			Суглинки, редко – супеси четвертичные (LQ)
			Рыхлый каменистый четвертичный материал (stQ)

Примечание.

1. Почвы в верхнем метровом слое, как правило, неоднородны по гранулометрическому составу и могут быть подразделены следующим образом: легко- и среднесуглинистые, супесчаные и среднесуглинистые, легко- и среднесуглинистые с прослойками тяжелых суглинков и глин, средне- и тяжелосуглинистые, тяжелосуглинистые и глинистые, выходы коренных пород.

2. Почвы в верхнем метровом слое, как правило, неоднородны по типу и степени засоления и в границах выделенного контура могут быть подразделены следующим образом: незасоленные – засоление отсутствует по всему профилю; спорадически засоленные – при общем преобладании незасоленных почв встречаются слабо- и среднезасоленные почвы; засоленные – почвы имеют один или несколько солевых горизонтов, включающих в себя слабо- или среднезасоленные почвы.

Подразделение почв по типу и степени засоления производится на основе классификации засоленных почв, представленной в таблице 2.

По совокупности выделенных диагностических свойств почвы объединены в следующие классы:

Первый класс (индекс почв 5 и 7) – почвы с наиболее благоприятными свойствами.

Второй класс (индекс почв 4) – почвы со средними по благоприятности свойствами, преимущественно солонцеватые и спорадически слабозасоленные.

Третий класс (индекс почв 6) – почвы солонцеватые со слитыми горизонтами на глубине более 30-60 см, обладающие низкой

водопроницаемостью и расположенные по днищам крупных и средних вад.

Четвертый класс (индекс почв 3) – почвы целинные эродированные маломощные каменистые.

Пятый класс (индекс почв 2) – почвы целинные, неполноразвитые, эродированные, каменистые, с мощностью почвенных горизонтов 0-30 см, расположенные, как правило, на склонах крутизной более 15°.

Шестой класс (индекс почв 1) – выходы коренных горных пород на дневную поверхность, не имеющие почвенного слоя.

Последние два класса почв преобладают на объекте, занимая 65% площади.

Производственная классификация земель бассейна Саны приведена в таблице 3.

Таблица 2. Тип и степень засоления почвы по содержанию токсичных солей и анионов
Table 2. Type and degree of soil salinization by the content of toxic salts and anions

Степень засоления почвы	Хлоридный			Сульфатно-хлоридный			Хлоридно-сульфатный			Сульфатный			Содово-хлоридный			Содово-сульфатный						
	$\frac{Cl^-}{SO_4^{2-}} \geq 2,5$			$\frac{Cl^-}{SO_4^{2-}} = 2,5 - 1,0$			$\frac{Cl^-}{SO_4^{2-}} = 1,0 - 0,3$			$\frac{Cl^-}{SO_4^{2-}} \leq 0,3$			$\frac{Cl^-}{SO_4^{2-}} > 1$			$\frac{Cl^-}{SO_4^{2-}} < 1$						
	S (т.с.)	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	S (т.с.)	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	S (т.с.)	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	S (т.с.)	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	S (т.с.)	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	S (т.с.)	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	
Незасоленная	% мг-экв. на 100 г почвы			% мг-экв. на 100 г почвы			% мг-экв. на 100 г почвы			% мг-экв. на 100 г почвы			% мг-экв. на 100 г почвы			% мг-экв. на 100 г почвы			% мг-экв. на 100 г почвы			
	<0,03	<0,01	<0,006	<0,05	<0,01	<0,014	<0,10	<0,01	<0,05	<0,015	<0,03	<1,7	<0,1	<0,01	<0,001	<0,05	<0,15	<0,04	<0,001	<0,05	<0,8	<0,8
Слабозасоленная	0,03-0,1	0,01-0,03	0,006-0,02	0,05-0,12	0,01-0,03	0,014-0,04	0,1-0,25	0,01-0,02	0,05-0,13	0,15-0,30	0,17-0,30	0,15-0,30	0,1-0,15	0,01-0,02	0,001-0,002	0,05-0,8	0,15-0,25	0,04-0,01	0,001-0,002	0,05-0,09	0,05-0,09	0,05-0,09
	0,3	1,0-3,0	0,40-1,20	0,35-0,70	0,90-2,80	0,90-2,50	0,5-0,9	0,60-2,20	4,70-5,80	0,60-0,30	3,5-7,0	0,60-0,30	0,3-0,60	0,02-0,06	0,07-0,20	0,8-2,0	0,35-0,25	1,40-2,00	0,08-0,30	1,4-2,0	0,80-2,0	0,80-2,0
Сильнозасоленная	0,3-0,6	0,1-0,25	0,06-0,13	0,35-0,70	0,09-0,23	0,12-0,24	0,5-0,9	0,08-0,20	0,28-0,38	0,6-1,4	0,34-0,86	0,60-1,60	0,3-0,5	0,07-0,10	0,010-0,018	0,60-2,0	0,35-0,60	0,10-0,19	0,12-0,18	2,0-3,0	2,0-3,0	2,0-3,0
	>0,6	>0,25	>0,13	>0,70	>0,23	>0,24	>0,9	>0,20	>0,38	>1,4	>0,86	>0,12	>0,5	>0,10	>0,01	>0,18	>0,6	>0,19	>0,18	>4,0	>3,0	>3,0
Очень сильнозасоленная	>0,6	>7,0	>2,80	>0,70	>6,50	>5,00	>0,9	>9,60	>8,0	>18,0	>18,0	>3,5	>18,0	>3,0	>0,4	>3,0	>4,0	>4,0	>3,0	>3,0	>3,0	>3,0

Таблица 3. Производственная классификация земель бассейна Саны

Table 3. Prouction classification of the lands of the Sana'a basin

Категория земель		Класс земель		Почвы		Площадь, га
№	Характеристика	№	Характеристика	Индекс	Наименование	
Категория I	Земли, пригодные под пашню и многолетние насаждения для возделывания любых районированных культур	1	Земли с наиболее благоприятными свойствами	5	Горные серо-коричневые светлые карбонатные, террасированные, легко- и среднесуглинистые, редко супесчаные и песчаные	437,5
				7	Горные серо-коричневые обыкновенные карбонатные, террасированные, спорадически слабосолонцеватые, слабозасоленные, с признаками вертикальности (слитости), легко- и среднесуглинистые, редко тяжелосуглинистые и глинистые	179,0
		2	Земли со средними по благоприятности свойствами, преимущественно солонцеватые и спорадически слабозасоленные	4	Горные серо-коричневые светлые карбонатные, слабоэродированные, окультуренные, преимущественно слабосолонцеватые, спорадически слабозасоленные, легко- и среднесуглинистые, редко супесчаные	241,0
Категория II	Земли, пригодные под пашню и малопригодные под многолетние насаждения	3	Земли солонцеватые со слитыми горизонтами на глубине более 30-60 см, обладающие низкой водопроницаемостью и расположенные по днищам крупных и средних вад	6	Горные серо-коричневые светлые карбонатные, террасированные, солонцеватые с признаками вертикальности (слитости), средние, редко – тяжелосуглинистые	58,0
Категория III	Земли, не пригодные под пашню и многолетние насаждения, но используемые под пастбища.	4	Земли целинные эродированные маломощные каменистые	3	Горные серо-коричневые светлые карбонатные, слабоэродированные, спорадически слабосолонцеватые и слабозасоленные, каменистые и щебнистые, супесчаные и легкосуглинистые	83,0
		5	Почвы целинные, неполноразвитые, эродированные, каменистые, с мощностью почвенных горизонтов 0-30 см, расположенные, как правило, на склонах крутизной более 15°	2	Горные серо-коричневые светлые неполноразвитые, карбонатные, эродированные, каменистые и щебнистые, супесчаные, легко- и среднесуглинистые	896,5
Категория IV	Земли, не пригодные под пашню, многолетние насаждения и пастбища.	6	Выходы коренных горных пород на дневную поверхность не имеющие почвенного слоя	1	Горные неразвитые (выходы горных пород на дневную поверхность земли)	1149

Выводы

Предложенная производственная классификация земель предусматривает выделение категорий пригодности и классов земель, что позволяет решать следующие задачи: размещать сельскохозяйственные культуры по землям, пригодным для сельскохозяйственного производства, отнесенным к определенным агропроизводственным классам, с учетом их требований

Список использованных источников

1. Методическое руководство по агроэкологической оценке земель, проектированию адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий / Под ред. академика РАСХН В.И. Кирюшина, академика РАСХН А.Л. Иванова. М.: РГАУ-МСХА, 2005. 741 с.

к уровню плодородия почв в условиях орошения, производить сравнительную оценку уровня плодородия почв по выделенным агропроизводственным классам земель для обоснования проектной урожайности сельскохозяйственных культур, разрабатывать мелиоративные мероприятия, способствующие максимальному использованию природного потенциала при естественном увлажнении при орошении.

References

1. Methodical guide to agroecological assessment of lands, design of adaptive-landscape systems of agriculture and agrotechnologies / Edited by academician of the Russian Academy of Agricultural Sciences V.I. Kiryushin, academician of the Russian Academy

2. Классификация почв и агроэкологическая типология земель: учебное пособие для вузов / В.И. Кирюшин. Изд. 3-е, стер. СПб.: Лань, 2021. 284 с. // Лань: Электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/152447> (дата обращения: 09.12.2021).

3. Кирюшин В.И., Кирюшин С.В. Агротехнологии: учебник. СПб.: Лань, 2021. 464 с. // Лань: Электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/168811> (дата обращения: 09.12.2021).

4. Ступин Д.Ю. Влияние изменения климата на агроэкологические системы: учебное пособие. СПб.: Лань, 2020. 224 с. ISBN 978-5-8114-4198-3. Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. URL – режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Глухих М.А. Системы земледелия и их развитие: учебное пособие для вузов. СПб.: Лань, 2021. 116 с. // Лань: Электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/176857> (дата обращения: 09.12.2021).

6. Юлусhev И.Г. Почвенно-агрохимические основы адаптивно-ландшафтной организации систем земледелия ВКЗП: учебное пособие. М.: Академический Проект, 2020. 368 с. ISBN 978-5-8291-3014-5. Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/132243> (дата обращения: 09.12.2021). Режим доступа: для авториз. пользователей.

7. Адаптивное растениеводство: Учебное пособие для вузов / В.Н. Наумкин, А.С. Ступин, Н.А. Лопачев и др. 3-е изд., стер. СПб.: Лань, 2021. 356 с. ISBN 978-5-8114-8894-0. // Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/183107> (дата обращения: 09.12.2021).

8. Растениеводство: учебник для вузов / В.Е. Ториков, Н.М. Белоус, О.В. Мельникова, С.В. Артюхова; Под общ. ред. В.Е. Торикова. СПб.: Лань, 2020. 604 с. ISBN 978-5-8114-4744-2. // Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/147326> (дата обращения: 09.12.2021). Режим доступа: для авториз. пользователей.

9. Медведев Г.А., Ципляев А.Н. Бахчеводство: учебник для вузов. 3-е изд., стер. СПб.: Лань, 2021. 192 с. ISBN 978-5-8114-7064-8. // Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/154402> (дата обращения: 09.12.2021). Режим доступа: для авториз. пользователей.

10. Схема использования водных ресурсов бассейна Саны. Кн. 1-5. М.: Мосгипроводхоз, 1986.

Критерии авторства

Исаев А.С. выполнил теоретические и экспериментальные исследования, на основании которых провёл обобщение и написал рукопись, имеет на статью авторское право и несёт ответственность за плагиат.

Статья поступила в редакцию 09.12.2022

Одобрена после рецензирования 25.11.2022

Принята к публикации 25.01.2023

of Agricultural Sciences A.L. Ivanov. M.: RGAU-MSHA, 2005.741 p.

2. Classification of soils and agroecological typology of lands: A textbook for universities / V.I. Kiryushin. 3rd edition, St. Petersburg: Lan, 2021. 284 p. // Lan: Electronic library system. URL: <https://e.lanbook.com/book/152447> (accessed: 09.12.2021)

3. Kiryushin V.I., Kiryushin S.V. Agrotechnologies: a textbook. SPb.: Lan, 2021. 464 s. ISBN978-5-8114-1889-3. Text: electronic // Lan: electronic library system. – URL: <https://e.lanbook.com/book/168811> (date of access: 2021-12-09). – Access mode: for authorization of users.

4. Stupin D.Yu. The influence of climate change on agroecological systems: a textbook. SPb.: Lan, 2020. 224 p. ISBN978-5-8114-4198-3. Text: electronic // Lan: electronic library system. URL: – type for authorized users.

5. Glukhikh M.A. Systems of agriculture and their development: a textbook for universities. SPb.: Lan, 2021. 116 s. ISBN978-5-8114-7691-6. Text: electronic // Lan: electronic library system. URL: <https://e.lanbook.com/book/176857> (date of access: 09.12.2021). Access mode: for authorized. Users.

6. Yulushev I.G. Soil-agrochemical foundations of adaptive-landscape organization of systems of agriculture VKZP: a textbook. – M.: Academic Project, 2020. – 368 p. ISBN978-5-8291-3014-5. Text: electronic // Lan: electronic-library system. URL: <https://e.lanbook.com/book/132243> (date of access: 09.12.2021). Access mode: for authorized users.

7. Adaptive plant growing: a textbook for universities / V.N. Naumkin, A.S. Stupin, N.A. Lopachev [and others] / 3rd ed., ster. – SPB.: Lan, 2021. – 356 p. ISBN978-5-8114-8894-0. Text: electronic // Lan: electronic-library system. URL: <https://e.lanbook.com/book/183107> (date of access: 09.12.2021). Access mode: for authorized users.

8. Plant Growing: Textbook for Universities / V.E. Torikov, N.M. Belous, O.V. Melnikova, S.V. Artyukhova; edited by V.E. Torikov. – SPb.: Lan, 2020. – 604 p. ISBN978-5-8114-4744-2. Text: electronic // Lan: electronic-library system. URL: <https://e.lanbook.com/book/147326> (date of access: 09.12.2021). Access mode: for authorized users.

9. Medvedev G.A., Tsipliyev A.N. Melon growing: a textbook for universities. 3-e ed., ster. SPb.: Lan, 2021. 192 p. ISBN978-5-8114-7064-8. Text: electronic // Lan: electronic-library system. URL: <https://e.lanbook.com/book/154402> (date of access: 09.12.2021). – Access mode: for authorized users.

10. The scheme of using the water resources of the Sauna pool. Books 1-5. Moscow: Mosgiprovodkhoz, 1986.

Criteria of authorship

Isaev A.S. carried out theoretical and experimental studies, on the basis of which he generalized and wrote the manuscript. He has a copyright on the article and is responsible for plagiarism.

The article was submitted to the editorial office 09.12.2022

Approved after reviewing 25.11.2022

Accepted for publication 25.01.2023