

ВЛИЯНИЕ СОРТА, ПРЕДШЕСТВЕННИКА, УРОВНЯ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ, СРОКОВ СЕВА И НОРМ ВЫСЕВА НА РАДИАЦИОННЫЙ РЕЖИМ ПОСЕВОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Е. О. ШЕСТАКОВА, аспирант отдела физиологии растений,
Ф. В. ЕРОШЕНКО, доктор биологических наук, заведующий отделом физиологии растений,
И. Г. СТОРЧАК, кандидат сельскохозяйственных наук,
старший научный сотрудник отдела физиологии растений,
Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр
(356241, Ставропольский край, г. Михайловск, ул. Никонова, д. 49; тел.: 8 988 858-18-85, 8 962 454-14-96, 8 918 747-02-56;
e-mail: shestakova.e.o@yandex.ru, yer-sniish@mail.ru, sniish.storchak@gmail.com)

Ключевые слова: радиационный режим, фотосинтетически активная радиация (ФАР), сорт, предшественник, уровень минерального питания, сроки сева, нормы высева, элементы технологии возделывания.

Изучение влияния различных элементов технологии возделывания озимой пшеницы на радиационный режим посевов является актуальной задачей, решение которой позволит дать научное обоснование для разработки технологических приемов выращивания, определяющих эффективность использования посевами ФАР. Целью исследований было изучить влияние предшественников, уровня минерального питания, сроков и норм высева на радиационный режим посевов озимой пшеницы различных сортов. В среднем для изученных вариантов в период налива зерна верхней половиной посева озимой пшеницы поглощается всего 33,9 % приходящей фотосинтетически активной радиации, а нижней – 66,1 %. Сортовые особенности оказывают большое влияние на радиационный режим посевов. Так, наименьшая разница в поглощении приходящей ФАР верхней и нижней частями посева отмечается у сорта «Зустріч» – 40,2 и 59,8 %, а у сорта «Анисимовка» эти показатели составляют 29,2 % и 70,8 % соответственно. Существенное влияние на коэффициент поглощения ФАР оказывают нормы высева. Так, в среднем за годы исследований минимальное значение он наблюдался при 4 млн всхожих семян на гектар и был меньше, чем при 5 и 6 млн на 6,8 и 7,5 % соответственно. Условия выращивания также влияют на коэффициент поглощения ФАР. Так, в 2018 году по колосовому предшественнику на варианте без удобрений отмечалось максимальное значение коэффициента поглощения – 80 %, что больше, чем в 2016 и в 2017 годах, на 11,1 и 4,5 % соответственно. В 2018 году на раннем сроке сева были получены минимальные значения этого показателя – 69,44 %, что меньше, чем в 2016 и 2017 годах, на 9,3 и 11,3 % соответственно. Таким образом, различные технологические приемы выращивания озимой пшеницы, такие как предшественник, минеральные удобрения, сроки сева, нормы высева и сорт, оказывают существенное влияние на радиационный режим посевов.

EFFECT OF VARIETY, PREDATOR, LEVEL OF MINERAL FOOD, TERMS OF SEVA AND NORM SEEDING RATES ON RADIATION REGIME OF CROPS OF WINTER WHEAT

Е. О. SHESTAKOVA, postgraduate student of the plant physiology department,
F. V. EROSHENKO, doctor of biological sciences, head of the plant physiology department,
I. G. STORCHAK, candidate of agricultural sciences, senior researcher of department of plant physiology,
North-Caucasian Federal Scientific Agrarian Center
(49 Nikonova Str., 356241, Mikhailovsk, Stavropol Krai; phone: 8 988 858-18-85, 8 962 454-14-96, 8 918 747-02-56; e-mail: shestakova.e.o@yandex.ru, sniish.storchak@gmail.com, yer-sniish@mail.ru)

Keywords: radiation sowing mode, photosynthetically active radiation (PAR), winter wheat, elements of cultivation technology, variety, predecessor, level of mineral nutrition, sowing terms, seeding rates.

The study of the influence of various elements of the cultivation of wheat on the radiation regime of crops is an urgent task, the solution of which will provide a scientific justification for the development of technological methods of cultivation that affect the efficiency of use of photosynthetically active radiation by crops. The aim of the research was: to study the effect of predecessors, the level of mineral nutrition, the timing and seeding rates on the radiation regime of winter wheat sowing of various varieties. On average, for the studied variants during the period of grain loading, the upper half of winter wheat sowing absorbs only 33.9 % of the incoming photosynthetically active radiation, and the lower half – 66.1 %. Varietal features have a great influence on the radiation regime of crops. Thus, the smallest difference in the absorption of incoming PAR by the upper and lower parts of sowing is observed in the “Zustrich” variety – 40.2 and 59.8 %, and in the “Anisimovka” variety, these figures are 29.2 % and 70.8 %, respectively. The seeding rates have a significant effect on the absorption coefficient of photosynthetically active radiation. Thus, on average, over the years of research, the minimum value was observed at 4 million viable seeds per hectare and was less than at 5 and 6 million by 6.8 and 7.5 %, respectively. In the arid 2018, the ear predecessor on the version without fertilizers noted the maximum value of the absorption coefficient – 80 %, which is 11.1 % and 4.5 % more than in 2016 and 2017, respectively. In 2018, at the early time of sowing, the minimum values of the PAR absorption coefficient were obtained - 69.44 %, which is less than in 2016 and 2017 by 9.3 and 11.3 %, respectively. Thus, various technological methods of growing winter wheat, such as variety, precursor, mineral fertilizers, sowing dates and seeding rates, have a significant impact on the radiation regime of sowing.

Положительная рецензия представлена М. П. Жуковой, доктором сельскохозяйственных наук, профессором кафедры общего земледелия, растениеводства и селекции им. профессора Ф. И. Бобрышева Ставропольского государственного аграрного университета.

Цель и методика исследований

Фотосинтез занимает ведущее место в формировании урожая сельскохозяйственных культур, в том числе и озимой пшеницы, которая является основной продовольственной культурой России [1–4]. Скорости протекания его реакций зависят от состояния растительного организма, его обеспеченности минеральным питанием и водой, а также от приходящей, отраженной и распределенной в посеве фотосинтетически активной радиации [5–7].

Солнечная радиация, достигающая поверхности земли, используется растениями не в полной мере, а лишь на 2–3 % [8–10]. Применение различных агротехнических и селекционных мероприятий позволяет сформировать посевы таким образом, чтобы поглощенная фотосинтетически активная радиация смогла усвоиться на возможные 10 %.

Следовательно, изучение влияния различных элементов технологии возделывания озимой пшеницы на радиационный режим посевов является актуальной задачей, решение которой позволит дать научное обоснование для разработки технологических приемов выращивания, влияющих на эффективность использования посевами ФАР для оптимизации продукционного процесса.

Цель исследований – изучить влияние предшественников, уровня минерального питания, сроков и норм высева на радиационный режим посевов озимой пшеницы различных сортов.

Исследования проводили с 2015 по 2018 гг. на опытном поле ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края (г. Михайловск), для которой характерно: среднее количество осадков в год – 553–636 мм, сумма активных температур выше 10°C – 3300–3650 °C, гидротермический коэффициент увлажнения – 1,0–1,1 [5]. Особенности лет проведения исследований: засушливые периоды перед посевом (август – сентябрь), хорошая влагообеспеченность в октябре – ноябре, мягкие зимы и раннее возобновление весенней вегетации. В 2016 году весенне-летний период был влажным и теплым, в 2017 году он был оптимальный по температуре с большим количеством осадков, а в 2018 году – с недостатком осадков.

Почвы на опытном участке – черноземы обыкновенные среднетяжелые малогумусные тяжелосуглинистые.

Объекты исследований – посевы озимой пшеницы сортов селекции Северо-Кавказского ФНАЦ: 1) «Ставка», 2) «Слава», 3) «Статья», 4) «Анисимовка», 5) «Зустріч» (стандарт). Высеивали сорта в 3-кратной повторности. Площадь каждой делянки – 25 м². Размещались варианты на 2 предшественниках: озимая пшеница и черный пар. Фоны минерального питания: контроль (без удобрений) и удобренный (перед

посевом – нитроаммофоска (N₆₀P₆₀K₆₀), ранней весной – аммиачная селитра (N₃₀). Сроки сева – ранний (15–20 сентября), оптимальный (30 сентября – 5 октября), поздний (15–20 октября). Нормы высева – 4, 5 и 6 млн всхожих семян на гектар (га).

Коэффициенты поглощения ФАР на различных уровнях посевов озимой пшеницы измеряли по предшественнику пар на удобренном фоне, а коэффициенты поглощения посева в зависимости от элементов технологии возделывания – по всем вариантам на сорте «Зустріч».

Постановка полевого опыта выполнена по методическим указаниям Б. А. Доспехова [10]. Поглощение, отражение и распределение приходящей солнечной радиации в посевах в период налива зерна измеряли с помощью пиранометра Янишевского с гальванометром, так как в это время полностью сформировались все органы растений. Математическую обработку данных проводили на персональном компьютере (Microsoft Office, Microsoft Office Excel).

Результаты исследований

Наши исследования показали, что в 2015–2018 гг. в среднем по сортам на уровне колоса поглощается 9,2 % приходящей солнечной радиации, флаг-листа и соответствующей частью стебля – 24,7 %, а на уровне 2 и 3 сверху листьев – 34,5 и 31,6 % от приходящей ФАР соответственно (табл.1).

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что в период налива зерна верхней половиной посева (колос и флаг-лист) озимой пшеницы поглощается всего 33,9 % приходящей фотосинтетически активной радиации, а нижней (2 и 3 лист) – 66,1 %.

Следует отметить, что на полученные закономерности существенное влияние оказывают сортовые особенности структурной организации посева, его архитектура. Так, наименьшая разница в поглощении приходящей ФАР верхней и нижней частями посева отмечается у сорта «Зустріч» – 40,2 и 59,8 % соответственно, у сорта «Анисимовка» верхняя часть посева поглощает всего 29,2 %, а нижняя – 70,8 %.

В 2016 и 2017 гг. значения коэффициентов поглощения ФАР на различных уровнях посевов в среднем по вариантам составили практически одинаковые значения, что, вероятно, связано с тем, что в эти годы сложившиеся погодные условия были схожими. Так, в среднем по сортам на уровне колоса поглотилось 9,05 % приходящей солнечной радиации, флаг-листа – 29,6 %, а 2 и 3 сверху листьев – 34,7 и 26,65 % от приходящей ФАР соответственно. В более засушливом 2018 году коэффициенты поглощения на уровне флаг-листа и 3 сверху листа и составили 15,1 и 41,4 % соответственно.

Нами было изучено влияние различных элементов технологии возделывания на коэффициенты погло-

Таблица 1
Коэффициенты поглощения фотосинтетически активной радиации на различных уровнях посевов озимой пшеницы за 2016–2018 гг., %

Table 1

Absorption coefficients of photosynthetically active radiation at various levels of winter wheat sowing for 2016–2018, %

Год Year	Часть растения Part of the plant	Сорт Sort					Среднее Average
		«Зустріч» “Zustich”	«Ставка» “Stavka”	«Слава» “Slava”	«Стать» “Stat”	«Анисимовка» “Anisimovka”	
2016	Колос Ear	8,3	8,3	9,4	10,8	9,1	9,2
	Флаг-лист Flag-sheet	35,9	29,2	33,1	18,5	26,3	28,6
	2-й лист 2nd sheet	39,9	41,7	23,8	40,5	31,7	35,5
	3-й лист 3rd sheet	15,9	20,8	33,7	30,2	32,8	26,7
2017	Колос Ear	14,4	5,5	7,6	7,9	9,1	8,9
	Флаг-лист Flag-sheet	25,9	37,0	23,9	39,7	26,3	30,6
	2-й лист 2nd sheet	29,9	38,7	38,0	31,2	31,7	33,9
	3-й лист 3rd sheet	29,9	18,8	30,4	21,2	32,8	26,6
2018	Колос Ear	8,4	13,0	5,6	11,6	8,3	9,4
	Флаг-лист Flag-sheet	27,7	8,7	16,7	14,0	8,3	15,1
	2-й лист 2nd sheet	17,6	37,7	33,3	25,6	56,3	34,1
	3-й лист 3rd sheet	46,2	40,6	44,4	48,8	27,1	41,4
Среднее Average	Колос Ear	10,4	9,0	7,5	10,1	8,9	9,2
	Флаг-лист Flag-sheet	29,8	25,0	24,6	24,0	20,3	24,7
	2-й лист 2nd sheet	29,1	39,3	31,7	32,4	39,9	34,5
	3-й лист 3rd sheet	30,7	26,7	36,2	33,4	30,9	31,6

щения фотосинтетически активной радиации всем посевом в целом. Так, в среднем за годы исследований существенной разницы в значениях этих коэффициентов на разных предшественниках с различным уровнем минерального питания выявлено не было. Однако в 2018 году по колосовому предшественнику на варианте без удобрений отмечается максимальное значение коэффициента поглощения всего посева – 80 %, что больше, чем в 2016 и в 2017 годах, на 11,1 и 4,5 % соответственно (рис. 1).

В среднем за годы исследований значительной разницы в коэффициентах поглощения ФАР всем посевом на разных сроках сева выявлено не было. Существенные отличия нами отмечены при разных нормах высева. Так, в среднем за 2015–2018 гг. при 4 млн всхожих семян на гектар коэффициент поглощения всего посева меньше, чем при 5 и 6 млн, на 6,8 и 7,5 % соответственно (рис. 2).

Исследования показали, что в 2018 году на раннем сроке сева были получены минимальные значения коэффициента поглощения ФАР – 69,44 %, что меньше чем в 2016 и 2017 годах на 9,3 и 11,3 % соответственно. Наибольшим этот показатель нами отмечен на варианте с 6 млн всхожих семян на гектар в 2016 году – 82 %, что больше чем в 2017 и 2018 годах на 6,6 и 10,2 % соответственно.

Выводы. Рекомендации

В среднем за годы исследований поглощение проходящей фотосинтетически активной радиации нижней частью посева больше, чем верхней, на 32,2 %. На полученные результаты значительное влияние оказывают сортовые особенности структурной организации посева. Наибольшая разница отмечена у сорта «Анисимовка» – 29,2 % и 70,8 %, особенно это свойство проявилось в 2018 году, когда верхней частью посева поглощалось всего лишь 16,6 %, а ниж-

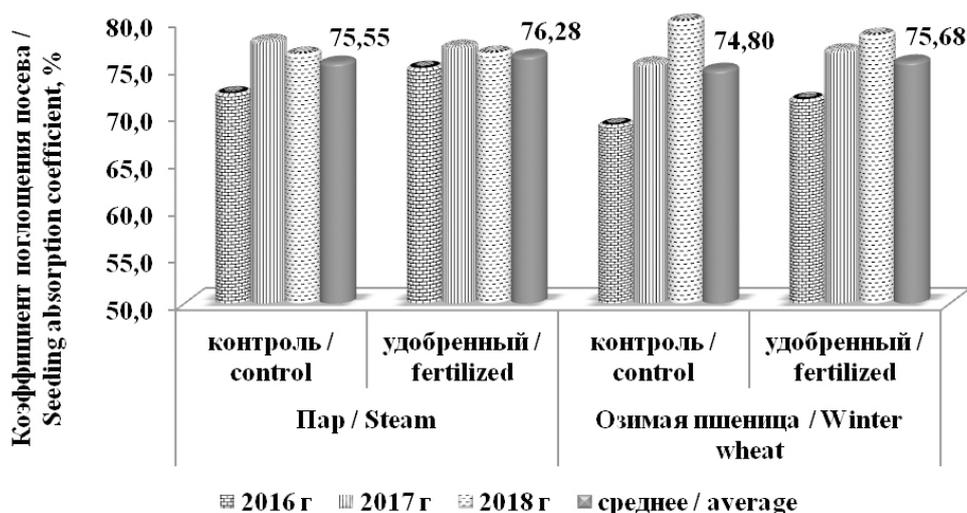


Рис. 1. Коэффициенты поглощения фотосинтетически активной радиации посева озимой пшеницы в зависимости от предшественника и уровня минерального питания в среднем за 2016–2018 гг.
 Fig. 1. Absorption coefficients of photosynthetically active radiation at winter wheat plant, depending on the predecessor and the level of mineral nutrition on average for 2016–2018

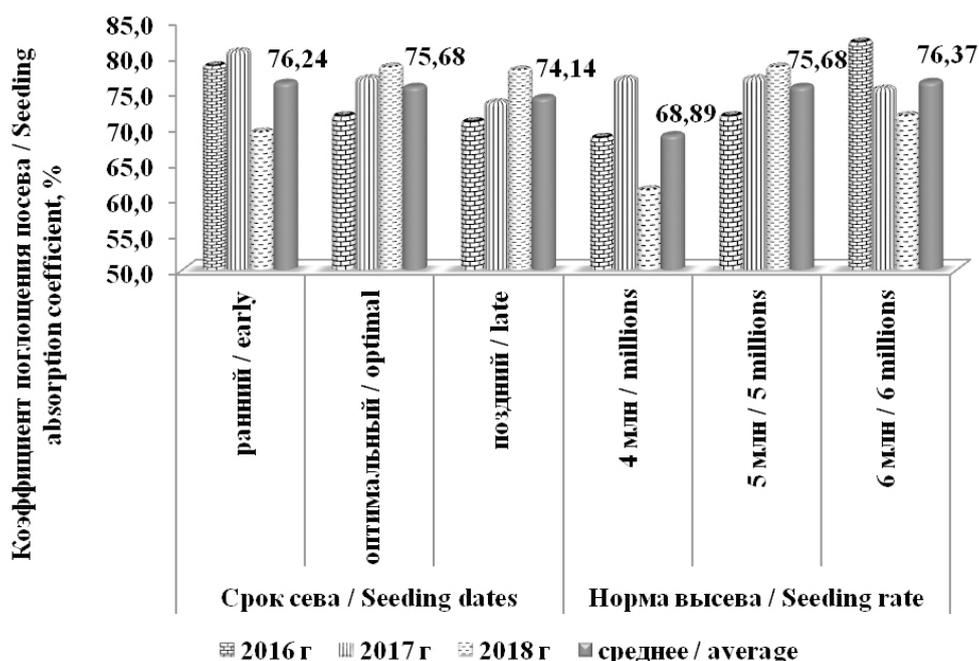


Рис. 2. Коэффициенты поглощения фотосинтетически активной радиации посева озимой пшеницы в зависимости от сроков и норм высева в среднем за 2016–2018 гг.
 Fig. 2. Absorption coefficients of photosynthetically active radiation of winter wheat plant depending on the timing and seeding rates on average for 2016–2018

ней – 83,4 %. У сорта «Зустріч» наблюдается обратная закономерность: верхней частью растений поглощалось 40,2 % приходящей ФАР, а нижняя – 59,8 %.

В 2018 году по колосовому предшественнику на варианте без удобрений отмечался максимальный коэффициент поглощения ФАР – 80 %, что больше, чем в 2016 и в 2017 годах, на 11,1 и 4,5 % соответственно. В этот же год на раннем сроке сева были получены наименьшие значения этого показателя – 69,44 %, что меньше, чем в 2016 и 2017 годах, на 9,3 и 11,3 % соответственно.

При разных нормах высева в среднем за годы исследований наибольший коэффициент поглощения ФАР отмечен при норме высева 6 млн всхожих семян на гектар – 76,4 %, а наименьшее – при 4 млн – 68,9 %.

Таким образом, различные элементы технологии возделывания озимой пшеницы (предшественник, минеральные удобрения, нормы высева, сроки сева, сорт) оказывают существенное влияние на радиационный режим посевов.

Литература

1. Шестакова Е. О., Ерошенко Ф. В., Сторчак И. Г. Радиационный режим посевов озимой пшеницы в зависимости от основных элементов технологии возделывания в зоне неустойчивого увлажнения ставропольского края // *Известия Горского ГАУ*. 2018. № 3. Т. 55. С. 23–27.
2. Шестакова Е. О. Влияние сорта, предшественника, уровня минерального питания, сроков сева и норм высева на радиационный режим посевов озимой пшеницы // *Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки: материалы III Международной научной конференции*. 2018. С. 218–219.
3. Прядкина Г.А. Пигменты, эффективность фотосинтеза и продуктивность пшеницы // *Plant varieties studying and protection*. 2018. Т. 14. № 1. С. 97–108.
4. Авилова К. В. [и др.] Эколого-климатические характеристики атмосферы в 2015 г. по данным метеорологической обсерватории МГУ имени М. В. Ломоносова / Под. ред. О. А. Шиловецовой – М. : МАКС Пресс, 2016. – 268 с.
5. Шестакова Е. О., Ерошенко Ф. В., Сторчак И. Г. Влияние технологических приёмов выращивания на радиационный режим посевов озимой пшеницы // *Бюллетень Ставропольского научно-исследовательского института сельского хозяйства*. 2017. № 9. С. 259–263.
6. Шульгин И. А., Вильфанд Р. М., страшная А. И., Береза О. В. Энергобалансовая оценка урожайности яровых культур // *Известия ТСХА*. 2015. № 5. С. 61–80.
7. Брагинец А. В., Газалов В. С. Пути совершенствования оптических и технических характеристик поверхностей плоских солнечных коллекторов путём анализа природы развитой поверхности // *Инновационные процессы в условия глобализации мировой экономики: проблемы, тенденции, перспективы (IPEG-2017): сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции*. 2017. С. 163–166.
8. Шульгин И. А., Страшная А. И. Солнечная радиация и агрометеорологическая оценка состояния посевов сельскохозяйственных культур и их урожайности // *VIII съезд общества физиологов растений России и все-российская научная конференция «Растения в условиях глобальных и локальных природно-климатических и антропогенных воздействий»*. 2015. С. 603.
9. Ерошенко Ф. В. Оптические свойства растений и оценка их физиологического состояния // *Бюллетень Ставропольского научно-исследовательского института сельского хозяйства*. 2014. № 6. С. 84–90.
10. Большин Р. Г., Ильясов И. Р., Кондратьева Н. П. [и др.] Разработка микропроцессорной системы дозирования фотосинтетически активной радиации // *Вестник НГИЭИ*. 2017. № 9 (76). С. 46–56.

References

1. Shestakova E. O., Eroshenko F. V., Storchak I. G. Radiation regime of winter wheat sowing, depending on the main elements of the cultivation technology in the zone of unstable moistening of the Stavropol Territory // *Proceedings of Gorsky SAU*. 2018. No. 3. Т. 55. Pp. 23–27.
2. Shestakova E. O. Influence of a variety, predecessor, the level of mineral nutrition, sowing dates and seeding rates on the radiation regime of winter wheat sowing // *Current status, problems and development prospects of the agrarian science: materials of the III International Scientific Conference*. 2018. Pp. 218–219.
3. Pryadkina G. A. Pigments, photosynthesis efficiency and wheat productivity // *Plant varieties studying and protection*. 2018. Vol. 14. No. 1. Pp. 97–108.
4. Avilova K. V. Ecological and climatic characteristics of the atmosphere in 2015 according to the meteorological Observatory of Moscow state University named after M. V. Lomonosov / Ed. by O. A. Shilovtseva. – Moscow : MAX Press, 2016. – 268 p.
5. Shestakova E. O., Eroshenko F. V., Storchak I. G. The influence of growing methods on the radiation regime of winter wheat sowings // *Bulletin of the Stavropol Research Institute of Agriculture*. 2017. No. 9. Pp. 259–263.
6. Shulgin I. A., Wilfand R. M., Scary A. I., Birch O. V. Energy balance assessment of the yield of spring crops // *Proceedings of the TAA*. 2015. No. 5. Pp. 61–80.
7. Braginets A. V., Gazalov V. S. Ways to improve the optical and technical characteristics of surfaces of flat solar collectors by analyzing the nature of the developed surface // *Innovation processes in the conditions of globalization of the world economy: problems, trends, prospects (IPEG-2017): Collection of scientific papers on the materials of the International Scientific and Practical Conference*. 2017. Pp. 163–166.
8. Shulgin I. A., Strashnaya A. I. Solar radiation and agrometeorological assessment of the state of crops of agricultural crops and their yield // *VIII Congress of the Society of Plant Physiologists of Russia and the All-Russian Scientific Conference “Plants under the conditions of global and local natural climatic and anthropogenic influences”*. 2015. P. 603.
9. Eroshenko F. V. Optical properties of plants and assessment of their physiological state // *Bulletin of the Stavropol Research Institute of Agriculture*. 2014. No. 6. Pp. 84–90.
10. Bolshin R. G., Ilyasov I. R., Kondratieva N. P. Development of a microprocessor dosing system for photosynthetically active radiation // *Bulletin NNSEI*. 2017. No. 9 (76). Pp. 46–56.