

06.01.02 Мелиорация, рекультивация и охрана земель

Оригинальная статья

УДК 502/504:631.6

DOI: 10.26897/1997-6011-2022-3-6-12

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕЛИОРАЦИИ ЗЕМЕЛЬ

АЙДАРОВ ИВАН ПЕТРОВИЧ, академик, профессор, д-р техн. наук

ivan@aidarov.net

Российская академия наук, г. Москва

Выполнен анализ существующего состояния мелиорации сельскохозяйственных земель в России. Отмечено, что за последние 20 лет более 85% мелиорированных земель подвержено деградации, интенсивность ее развития увеличилась почти в два раза по сравнению с предыдущим 20-летием. Этому способствовало отсутствие системного анализа причинно-следственных связей понятия «земля» как природного объекта и природного ресурса, включающего в себя ряд взаимодействующих и взаимообусловленных компонентов – таких, как атмосфера, биота, почва, поверхностные и подземные воды. Предлагаются и обосновываются пути совершенствования эффективности мелиорации сельскохозяйственных земель, основанные на рациональном использовании природно-ресурсного потенциала территорий и исключении противоречия между сельскохозяйственным использованием территорий и охраной природной среды. Предлагаемые подходы позволяют снять основные противоречия между сельским хозяйством, мелиорацией и охраной природной среды.

Ключевые слова: земля, экология, почва, мелиорация, биоразнообразие, экологическая устойчивость

Формат цитирования: Айдаров И.П. Экологические основы мелиорации земель // Природообустройство. – 2022. – № 3. – С. 6-12. DOI: 10.26897/1997-6011-2022-3-6-12.

© Айдаров И.П., 2022

Original article

ECOLOGICAL BASES OF LAND RECLAMATION

AIDAROV IVAN PETROVICH, Academician, doctor of technical sciences, professor

ivan@aidarov.net

Russian Academy of Sciences

The analysis of the current state of agricultural land reclamation in Russia is carried out. It is noted that over the past 20 years, more than 85% of reclaimed lands are degraded; the intensity of degradation has increased almost 2 times compared to the previous 20 years. This was due to the lack of a systematic analysis of the cause-and-effect relationships of the concept of «LAND» as a natural object and natural resource, which includes a number of interacting and interdependent components, such as atmosphere, biota, soil, surface and groundwater. Ways to improve the efficiency of agricultural land reclamation are proposed and substantiated, based on the rational use of the natural resource potential of the territories and the elimination of contradictions between the agricultural use of the lands and the environment protection. The proposed approaches make it possible to remove the main contradictions between agriculture, land reclamation and environment protection.

Keywords: land, ecology, soil, agricultural water management, biodiversity, ecological sustainability

Format of citation: Aidarov I.P. Ecological bases of land reclamation // Prirodoobustrojstvo. – 2022. – № 3. – С. 6-12. DOI: 10.26897/1997-6011-2022-3-6-12.

Введение. Деградация земель, в том числе мелиорируемых, в настоящее время является одной из основных проблем, определяющих экологическую и продовольственную безопасность страны. За последние 20 лет масштабы деградации земель увеличились почти в два раза и охватили более 85% сельскохозяйственных угодий. Этому во многом способствовало использование понятия «земля» без четкого определения его содержания, что не позволяло понять не только суть деградации земель, но и состав первоочередных объектов мелиорации и требований к пределам регулирования основных природных и антропогенных факторов.

Под деградацией земель до сих пор понимается «совокупность процессов, приводящих к изменению функций почвы как элемента природной среды, качественному и количественному ухудшению ее свойств, снижению природно-хозяйственной значимости земли» [1]. В соответствии с этим основными объектами мелиорации являются почва как природный ресурс, обладающий плодородием, и сельскохозяйственные растения как источник биомассы [2].

Материалы и методы исследований. В начале 2000-х гг. в стране были введены в действие федеральные законы, имеющие непосредственное отношение к мелиорации земель [3, 4]. Было дано четкое определение понятия земли: «ЗЕМЛЯ является одновременно природным объектом и природным ресурсом... Как природный объект ЗЕМЛЯ представляет собой совокупность экосистем, а как природный ресурс – ряд взаимодействующих и взаимообусловленных компонентов (атмосфера, биота, почва, поверхностные и подземные воды)».

Логическим продолжением указанных законов является Федеральный закон «О техническом регулировании», который предусматривает обязательную разработку и утверждение Технических регламентов во всех сферах хозяйственной деятельности. В области мелиорации земель Технический регламент должен содержать требования экологической безопасности мелиоративных технологий, систем и оборудования. В настоящее время такой регламент отсутствует, а в Федеральный закон «О мелиорации земель» и в ведомственные нормативы не внесены соответствующие изменения и дополнения. Основные недостатки действующих методов обоснования мелиоративных проектов и федеральных целевых программ включают в себя [6, 21]:

- отсутствие системного анализа причинно-следственных связей системы «ЗЕМЛЯ» как природного объекта и природного ресурса. Системный анализ при обосновании

мелиоративных мероприятий обычно подменяется программно-целевым методом, который предназначен только для увязки комплекса мероприятий по срокам, исполнителям и ресурсам. Этот метод не может служить основой для выбора целей. Для этого существует системный анализ, предусматривающий последовательное исследование сложных экологических, экономических и социальных систем.

Основными задачами системного анализа являются выбор и обоснование целей, изучение зависимости между процессами и составление адекватного описания динамики природных систем. Разработка имитационных моделей должна сопровождаться составлением интегральных показателей, характеризующих не только техническое, но и экологическое состояние объекта, включая воздействие на окружающую среду, экологическую устойчивость мелиорированных земель, стабильность сельскохозяйственного производства и эффективность использования биоклиматического потенциала;

- игнорирование фактора времени, то есть отсутствие долгосрочных прогнозов. Время достижения ожидаемых результатов задается директивно, без учета динамики реальных природных процессов;

- рассмотрение комплексных мелиораций как простого набора мероприятий, а не как системы целенаправленного воздействия на природу;

- недостаточную достоверность исходных данных (табл. 1).

Обобщение имеющихся данных о состоянии и эффективности использования мелиорированных земель за период с 1968 по 2020 гг. (табл. 2) показало, что в целом состояние мелиоративного комплекса страны является неудовлетворительным [8, 9].

Результаты и их обсуждение. Приведенные данные показывают, что площади мелиорированных земель с 1968 по 1990 гг. увеличивались с 2,8 до 11,2 млн га, а с 1990 г. начали снижаться и к 2020 г. стабилизировались на уровне 9-9,4 млн га. При этом значительная часть мелиорированных земель не использовалась по назначению, что обусловлено их неудовлетворительным состоянием.

В настоящее время в хорошем состоянии находится не более 50% мелиорированных земель.

Неудовлетворительное состояние мелиорированных земель является результатом указанных выше недостатков, в том числе отсутствием долгосрочных прогнозов динамики природных процессов, а также отсутствием технического регламента. По этой причине широкое развитие орошения в Центральной Азии

привело к исчерпанию водных ресурсов рек Сырдарья и Амударья и обсыханию Аральского моря, то есть к региональной экологической катастрофе. Аналогичная ситуация сложилась в бассейне реки Кубань, где развитие орошения, обвалование русла реки, ликвидация

плавней и развитие рисосеяния привели к катастрофическим экологическим последствиям для рыбного хозяйства не только дельты реки, но и Азовского и Черного морей в результате нарушения природного водообмена через Керченский пролив [10, 11].

Таблица 1

Результаты обследования использования земель сельскохозяйственного назначения различными методами [7]

Table 1

Results of the survey of the use of agricultural land by various methods [7]

Использование земель <i>Use of lands</i>	Результаты обследования различными методами, га <i>Results of the survey by various methods, ha</i>		
	Официальная статистика <i>Official statistics</i>	Наземное обследование <i>Ground survey</i>	Спутниковые данные <i>Satellite data</i>
Горох / <i>Peas</i>	1694	800	614
Травы / <i>Grasses</i>	-	1844	4451
Картофель / <i>Potatoes</i>	2341	1490	849
Люцерна / <i>Alfalfa</i>	14578	12959	19287
Зерновые / <i>Cereals</i>	81253	91928	86751
Подсолнечник / <i>Sunflower</i>	0,6	-	337
Рапс яровой / <i>Spring rapeseed</i>	3152	3384	5095
Чистый пар / <i>Clean fallow</i>	14546	8269	7648
Общая площадь, га / <i>Total area, ha</i>	117564,6	120674	105032

Таблица 2

Площади и состояние мелиорируемых земель в России

Table 2

Areas and condition of reclaimed land in Russia

Годы	1968	1970	1980	1990	2000	2005	2010	2014	2020
Площади орошаемых земель, млн га / Areas of irrigated land, mln ha									
	1,6	1,9	4,69	6,12	4,65	4,55	4,3	4,3	4,67
Площади осушаемых земель, млн га / Area of drained land, mln ha									
	1,23	1,56	2,72	5,10	4,72	4,82	4,80	4,70	4,69
Площади используемых орошаемых земель, млн га / Areas of the used irrigated land, mln ha									
	0,51	1,00	1,70	3,20	2,60	1,90	2,26	2,63	1,90
Площади используемых осушаемых земель, млн га / Areas of the used drained land, mln ha									
	0,90	1,30	1,50	1,10	0,48	0,68	0,68	0,70	0,69
Состояние орошаемых земель, % от общей площади / Condition of the irrigated land, % of the total area									
Хор. / <i>Good</i>	80	75	70	63	48	48	34	46	48
Уд. / <i>Satisfact.</i>	15	17	20	22	32	33	32	26	28
Неуд. / <i>Unsatisfact.</i>	5	8	10	15	22	19	34	28	24
Состояние осушаемых земель, % от общей площади / Condition of the drained land, % of the total area									
Хор. / <i>Good</i>	60	55	50	40	19	20	15	19	25
Уд. / <i>Satisfact.</i>	30	26	30	40	55	50	45	40	44
Неуд. / <i>Unsatisfact.</i>	10	19	20	20	26	30	40	41	31

Вместе с тем орошение земель в Средней Азии было широко развито еще во II-III вв. н.э., но никаких негативных последствий это не вызывало. Напротив, орошение земель в низовьях Амударьи, Зеравшана, Теджена и Мургаба процветало. Производство сельскохозяйственной продукции было стабильным, плодородие почв поддерживалось за счет поступления на поля

взвешенных речных наносов (до 30 т/га ежегодно), содержащих большое количество органики и элементов минерального питания растений. Высокая эффективность использования водных и земельных ресурсов жестко регламентировалась Водным правом (древний вариант технического регламента). Древние оросительные системы, несмотря на кажущуюся простоту,

отличались высоким уровнем организованности и технологичности [10].

Основной задачей мелиорации земель в настоящее время является оптимизация требований сельскохозяйственных растений к пределам регулирования гидротермического, пищевого, химического и других режимов почв. Как правило, требования сельскохозяйственных растений значительно превышают требования самих почв как природного ресурса. В результате величины оросительных норм существенно завышаются [9, 12]. Это

сопровождается не только большими потерями воды на полях и в оросительной сети, достигающими при существующих величинах КПД систем 40-50% от водозабора, но и ухудшением свойств почв, загрязнением подземных и поверхностных вод. Величины оросительных норм должны основываться на результатах составления долгосрочных прогнозов водного, солевого и биологического режимов почв. В качестве примера можно привести результаты прогноза для зерново-кормового севооборота, разработанного А.И. Корольковым [13] (табл. 3).

Таблица 3

Прогноз водного и солевого режимов автоморфных предкавказских черноземов для девятипольного севооборота

Table 3

Forecast of water and salt regimes of automorphic pre-Caucasian chernozems for nine-field crop rotation

Показатели <i>Indicators</i>	Пределы регулирования водного режима, в долях от ППВ <i>Limits of water regime regulation, in shares of PPV</i>			
	0,6-0,7	0,6-0,85	0,7-0,8	0,8-0,9
Величина оросительной нормы, м³/га <i>Value of the irrigation rate, m³/ha</i>	1980	3100	3300	5400
Потери на питание грунтовых вод, м³/га <i>Losses on feeding ground water, m³/ha</i>	200	850	1200	2080
Изменение химического состава почвенного раствора, мг-экв/100 г <i>Change in the chemical composition of the soil solution, mg-eqv/100 g</i>				
Хлор / Chlorine	0,04	0,06	0,06	0,07
Кальций / Calcium	0,61	0,43	0,38	0,31
Магний / Magnesium	0,07	0,07	0,07	0,07
Натрий / Sodium	0,08	0,12	0,21	0,23
Состав ППК, мг-экв/100 г / Composition PPK, mg-eqv/100 g				
Натрий / Sodium	0,17	0,30	0,45	0,55
Кальций / Calcium	27	27	25	24
Магний / Magnesium	3,0	3,0	4,6	5,6
Дефицит кальция в почве, т/га <i>Calcium deficit in soil, t/ha</i>	2,6	5,5	20,4	29,6
Баланс гумуса в почве, т/га <i>Balance of humus in soil, t/ha</i>	-0,13	-1,21	-3,14	-8,5

Примечание / Note: PPV (ППВ) – ground and surface water.

Результаты долгосрочного прогноза послужили основанием для отклонения Государственной экспертизой проекта канала «Ростов-Краснодар». Обоснованность такого решения подтвердилась позже, в 1984 г., когда выяснилось, что минерализация воды в Таганрогском заливе, где намечался забор воды в канал, возросла до 4-6 г/л. Такая вода была совершенно непригодной для орошения черноземов. Это повлекло бы необходимость прекращения забора воды в канал со всеми вытекающими экономическими и социальными последствиями.

Сопоставление проектных и фактических урожаев сельскохозяйственных культур на мелиорированных землях показывает, что

последние на 30-40% ниже, а эффективность использования биоклиматического потенциала не превышает 50% [8, 9, 15-17]. Сложившуюся ситуацию обычно объясняют недостаточным обеспечением минеральными удобрениями и химизацией мелиорированных земель. Вместе с тем в стране в период с 2015 по 2019 гг. производилось 19,9-26,9 млн т минеральных удобрений, а использовалось в сельском хозяйстве только 4,5-6,6 млн т, что в пересчете на 1 га составляло 46-58 кг. В перспективе до 2030 г. потребление минеральных удобрений в сельском хозяйстве не увеличивается [20]. Такое положение является непонятным, тем более при постоянной постановке вопроса

о необходимости дальнейшего развития мелиорации земель.

Оценка низкой продуктивности и нестабильности производства сельскохозяйственной продукции будет неполной, если не учитывать влияния применяемой системы земледелия на мелиорированных землях, в том числе применения севооборотов с малым количеством (6-10) видов сельскохозяйственных культур [12].

Оценим экологическую устойчивость агроэкосистем и возможность гарантированного производства сельскохозяйственной продукции, используя выражение [19]:

$$K_y = \frac{\sum_1^n f k_i k_g}{100} \quad (1)$$

где K_y – коэффициент экологической устойчивости агроэкосистемы, доли от единицы; f – площадь, занятая

биотическим элементом, %; k_i – коэффициент, характеризующий экологическую значимость отдельных биотических элементов, %; k_g – коэффициент геолого-морфологической устойчивости рельефа, доли от единицы; $k_p = A_0 / A_1$; A_0 – допустимый смыв почвы (3 т/га); A_1 – смыв почвы в зависимости от биоразнообразия, т/га.

Весьма низкая экологическая значимость пахотных земель требует пояснений. Почва в биосфере выполняет две важные функции: производство растительной биомассы и регулирование биологического и геологического круговоротов. Эти функции обеспечивают человека сельскохозяйственной продукцией и благоприятной средой обитания. Распашка и использование почв в сельском хозяйстве нарушают обе эти функции, что сопровождается деградацией почв, снижением продуктивности и загрязнением окружающей среды (табл. 4).

Таблица 4

Изменение биологического и геологического круговоротов пахотных почв степной зоны [14]

Table 4

Changes in the biological and geological cycle of arable soils of the steppe zone [14]

Показатели <i>Indicators</i>	Природные условия <i>Natural conditions</i>	Агроценоз <i>Agrocenosis</i>
Природный прирост биомассы, ц/га <i>Natural biomass growth, c/ha</i>	127	142
Годовое потребление химических элементов, кг/га <i>Annual consumption of chemical elements, kg/ha</i>	650	890
Ежегодный возврат биомассы с опадом, ц/га <i>Annual return of biomass with litter, c/ha</i>	115	52
Ежегодный возврат химических элементов, кг/га <i>Annual return of chemical elements, kg/ha</i>	600	430
Отчуждение биомассы, ц/га <i>Alienation of biomass, c/ha</i>	12	90
Отчуждение химических элементов, кг/га <i>Alienation of chemical elements, kg/ha</i>	58	460
Запасы биомассы в подстилке, ц/га <i>Biomass stocks in litter, c/ha</i>	125	0
Запасы химических элементов в подстилке, кг/га <i>Stocks of chemical elements in litter, kg/ha</i>	260	0

Приведенные в таблице данные показывают, что для природных условий характерны полное замыкание баланса органического вещества и накопление в подстилке химических элементов, то есть задержание органики и элементов питания в биологическом круговороте. В агроценозах биологический и геологический круговороты нарушены, что является основной причиной деградации почв.

Расчеты, выполненные с использованием конкретных данных по федеральным округам, показывают, что мелиорируемые земли характеризуются как малоустойчивые и неустойчивые ($K_y = 0,24 - 0,36$). Это означает, что

существующий мелиоративный комплекс страны не может обеспечить требования «повышения продуктивности и устойчивости земледелия, обеспечение гарантированного производства сельскохозяйственной продукции на основе сохранения и повышения плодородия почв» [2]. Все это свидетельствует о том, что в основу совершенствования существующего мелиоративного комплекса должны быть положены не только оптимизация требований сельскохозяйственных растений с пределами регулирования гидротермического, питательного, химического и других режимов почв, но и комплексное решение экологических, экономических и социальных

проблем, обеспечивающих гарантированное производство сельскохозяйственной продукции. Комплексное решение этой проблемы должно предусматривать не только совершенствование мелиоративных технологий и систем, но и изменение системы использования мелиорируемых земель. Связь экологических функций почв в биосфере с техническими и биологическими факторами [10, 19] можно выразить как

$$K_y = 0,14 \frac{(s + g + i)_1}{(s + g + i)_2} \beta \geq 0,6 \dots 0,8, \quad (2)$$

где 0,14 и K_y – существующая и прогнозная экологическая значимость мелиорируемых почв, доли от единицы; s – потери воды на поверхностный сток; g – потери воды на питание грунтовых вод; i – потери воды в оросительной сети (все в долях от оросительной нормы нетто), в числителе – современные условия, в знаменателе – прогнозные; b – соотношение биоразнообразия растений в севооборотах в прогнозных и существующих условиях.

При оценке значений K_y необходимо рассматривать различные варианты совершенствования мелиоративных технологий и систем, обеспечивающих сокращение суммарных потерь воды ($s + g + i$) (табл. 5). Возможны и другие варианты. Выбор прогнозного варианта должен производиться на основании оценки эколого-экономической эффективности.

Таблица 5

Необходимая степень увеличения биоразнообразия при различных уровнях реорганизации существующих мелиоративных систем

Table 5

The necessary degree of increase in biodiversity at different levels of reorganization of existing reclamation systems

$\frac{(s + g + i)_1}{(s + g + i)_2}$		K_y
в 1,5 раза	3-4	0,63-0,84
в 2 раза	2-3	0,56-0,84
в 3 раза	3,0	0,84

Увеличение биоразнообразия – это использование современной системы земледелия No-Till с применением покровных сидеральных культур. Применение этой системы наряду с переустройством мелиоративных систем может обеспечить восстановление биосферных

Библиографический список

1. Романенко Г.А. Проблемы деградации, охраны и восстановления продуктивности земель сельскохозяйственного назначения в России. – М.: ВНИИА, 2007. – 69 с.
2. О мелиорации земель: Федеральный закон, ст. 1, 2, с изм. на 8 декабря 2021). – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8864/.
3. Земельный кодекс: Федеральный закон, ст. 6. – М.: 2002. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/564068983>.

функций почвы, повышение плодородия почв, надежное регулирование биологического и геологического круговоротов и гарантированное производство сельскохозяйственной продукции.

Таким образом, совершенствование существующих мелиоративных технологий и применение системы земледелия No-Till с покровными культурами позволяют решить целый ряд важных проблем в области сельского хозяйства, мелиорации и охраны природной среды [15, 16], в том числе:

- повышение эффективности использования водных ресурсов и исключение загрязнения подземных и поверхностных вод;
- восстановление экологических функций почв в биосфере, то есть удержание биомассы и элементов питания в биологическом круговороте;
- увеличение производства биомассы покровных культур в 1,5-2 раза по сравнению с традиционными сидеральными сельскохозяйственными культурами;
- увеличение плодородия мелиорируемых почв;
- увеличение продуктивности основных сельскохозяйственных культур на 30-60%.

Выводы

Основная цель мелиорации земель, в отличие от существующих подходов, заключается не в оптимизации требований сельскохозяйственных растений к пределам регулирования гидротермического, пищевого, химического и других режимов почв, а в комплексном решении экологических, экономических и социальных проблем для гарантированного производства сельскохозяйственной продукции.

Предлагаемые подходы к решению указанной проблемы позволяют снять основные противоречия между сельским хозяйством, мелиорацией и охраной природной среды.

Реализация предлагаемых мероприятий позволит улучшить состояние земли как природного объекта и природного ресурса и превратить мелиорацию земель в эффективное природоохранное мероприятие, обеспечивающее увеличение степени использования природно-ресурсного потенциала и сохранение земель как основы существования будущих поколений.

References

1. Romanenko G.A. Problemy degradatsii, ohrany i vosstanovleniya produktivnosti zemel selskokozyajstvennogo naznacheniya v Rossii. – М.: VNIIA, 2007. – 69 s.
2. Federalnyj zakon «O melioratsii zemel» (s izmeneniyami na 08.12.2021)., st. 1 i 2. http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8864/
3. Federalny zakon «Zemelny kodeks». – М.: 2002. st. 6. <https://docs.cntd.ru/document/564068983>

4. Об охране окружающей среды: Федеральный закон. – М.: 2001. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901808297>.
5. О техническом регулировании: Федеральный закон. – М.: 2002. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_40241/.
6. **Айдаров И.П., Завалин А.А.** Обоснование комплексных мелиораций (теория и практика). – М.: ВНИИА, 2015. – 215 с.
7. Государственный доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации за 2017 г. – М., 2018. – С. 126-227.
8. Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения в России/ А.В. Колганов, Н.В. Сухой, В.Н. Шкура и др. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2016. – 222 с.
9. Мелиоративный комплекс Российской Федерации / Г.В. Ольгаренко, С.С. Турапин, В.И. Булгаков и др. – М.: Росинформагротех, 2020.
10. **Айдаров И.П.** Очерки по истории развития орошения в СССР и России. – М.: МГУП, 2006. – С. 93-164.
11. **Гумбаров А.Д.** Комплексные мелиорации в дельте реки Кубань. – Краснодар: «Советская Кубань», 2001. – 178 с.
12. Укрупненные нормы водопотребности для орошаемых сельскохозяйственных культур Центрального, Уральского, Сибирского, Южного и Северо-Кавказского Федеральных округов / Под ред. Г.В. Ольгаренко. – М.: ФГНУ ВНИИ «Радуга», 2013. – 53 с.
13. **Корольков А.И.** Влияние орошения на водно-солевой режим и почвенные процессы предкавказских черноземов: Дис. ... канд.техн.наук. – М., 1982. – 143 с.
14. **Ковда В.А.** Основы учения о почвах. Кн. 2. – М.: Недра, 1973. – С. 353-360.
15. **Будыко М.И.** Эволюция биосферы. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – С. 153-160.
16. **Пегов С.А., Хомяков П.М.** Моделирование развития экологических систем. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – С. 67-79.
17. **Кирейчева Л.В., Шевченко В.Н.** Состояние пахотных земель Нечерноземной зоны Российской Федерации и основные направления повышения плодородия почв / ФГБНИ ВНИИГиМ // International Agricultural Journal. – 2020. – № 2 (234). – 25 с.
18. **Айдаров И.П., Голованов А.И., Никольский Ю.Н.** Оптимизация мелиоративных режимов орошаемых и осушаемых сельскохозяйственных земель. – М.: ВО «Агропромиздат», 1990. – 58 с.
19. Агроэкология / В.А. Черников, Р.М. Алексахин, А.В. Голубев и др. – М.: Колос, 2000. – С. 448-454.
20. **Волкова А.В.** Рынок минеральных удобрений. – М.: ВШУ, Центр развития, 2019. – 59 с.
21. **Айдаров И.П.** Проблемы мелиорации земель и водопользования // Природобустройство. – 2008. – № 2. – С. 5-19.

Критерии авторства

Айдаров И.П. выполнил теоретические исследования, на основании которых провел обобщение и написал рукопись. Имеет на статью авторское право и несет ответственность за плагиат.

Статья поступила в редакцию 01.04.2022

Одобрена после рецензирования 11.05.2022

Принята к публикации 24.05.2022

4. Federalny zakon «Ob ohrane okruzhayushchej sredy». – М.: 2001. <https://docs.cntd.ru/document/901808297>
5. Federalny zakon «O tehicheskom regulirovanii». – М.: 2002. http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_40241/
6. **Aidarov I.P., Zavalin A.A.** Obosnovanie kompleksnyh melioratsij (teoriya i praktika). – М.: VNIIA, 2015. – 215 s.
7. Gosudarstvenny doklad o sostoyanii i ispolzovanii zemel v Rossijskoj Federatsii za 2017 g. – М.: 2018. – S. 126-227.
8. Razvitie meloratsii zemel selskohozyajstvennogo naznacheniya v Rossii / Kolganov A.V., Sukhoj N.V., Shkura V.N. i dr. – Novocherkassk: RosNIIPMM, 2016. – 222 s.
9. Meliorativny kompleks Rossijskoj Federatsii / Olgarenko G.V., Turapin S.S., Bulgakov V.I. idr. – М.: Rosinformagroteh, 2020. –
10. **Aidarov I.P.** Ocherki po istorii razvitiya orosheniya v SSSR i Rossi. – М.: MGUP, 2006. – S. 93-164.
11. **Gumbarov A.D.** Kompleksnye melioratsii v delte reki Kuban. – Krasnodar: «Sovetskaya Kuban», 2001. – 178 s.
12. Ukrupnennye normy vodopotrebnosti dlya oroshaemyh selskohozyajstvennyh kultur Tsentralnogo, Uralskogo, Sibirskogo, Yuzhnogo i Severo-Kavkazskogo Federalnyh okrugov. (pod redaktsiej Olgarenko G.V.). – М.: FGNU VNIИ «Raduga», 2013. – 53 s.
13. **Korolkov A.I.** Vliyanie orosheniya na vodno-solevoj rezhim i pochvennye protsessy predkavkazskih chernozemov. Diss. kand. tehn. nauk. – М.: 1982. – 143 s.
14. **Kovda V.A.** Osnovy ucheniya o pochvah. kn. 2. – М.: Nedra, 1973. – S. 353-360.
15. **Budyko M.I.** Evolutsiya biosfery. – L.: Gidrometeoizdat, 1981. – S. 153-160.
16. **Pegov S.A., Khomyakov P.M.** Modelirovanie razvitiya ekologicheskikh sistem. – L.: Gidrometeoizdat, 1991. – S. 67-79.
17. **Kireicheva L.V., Shevchenko V.N.** Sostoyanie pahotnyh zemel Nechernozemnoj zony Rossijskoj Federatsii i osnovnye napravleniya povysheniya plodorodiya pochv. FGBNI VNIIGiM. International Agricultural Journal # 2 (234), 2020. – 25 s.
18. **Aidarov I.P., Golovanov A.I., Nikolskij Yu.N.** Optimizatsiya meliorativnyh rezhimov oroshaemyh i osushaemyh selskohozyajstvennyh zemel. – М.: VO «Agropromizdat», 1990. – 58 s.
19. Agroekologiya / Chernikov V.A., Aleksahin R.M., Golubev A.V. i dr. – М.: Kolos, 2000. – S. 448-454.
20. **Volkova A.V.** Rynok mineralnyh udobrenij. – М. VSHU, Tsentr razvitiya, 2019. – 59 s.
21. **Aidarov I.P.** Problemy melioratsii zemel i vodopolzovaniya // Prirodobustrojstvo. – 2008. – № 2. – S. 5-19.

Criteria of Authorship

carried out theoretical studies, on the basis of which he generalized and wrote the manuscript.

Aidarov I.P. has a copyright on the article and is responsible for plagiarism.

The article was submitted to the editorial office 01.04.2022

Approved after reviewing 11.05.2022

Accepted for publication 24.05.2022