

// В сборнике: Мелиорация земель - неотъемлемая часть восстановления и развития АПК Нечерноземной зоны Российской Федерации Материалы международной научно-практической конференции. 2019. С. 215-221.

3. Головинов Е.Э., Киселев С.А. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДИКИ И СРЕДСТВА ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ // В сборнике: Эколого-мелиоративные аспекты рационального природопользования Материалы Международной научно-практической конференции. 2017. С. 208-213.

4. Бубер А.Л., Головинов Е.Э., Бубер А.А., Талызов А.А., ПОСТРОЕНИЕ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ РЕЛЬЕФА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ НИЖНЕГО ДОНА И ВИЗУАЛИЗАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТОВ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ НИЗКОНАПОРНЫХ ГИДРОУЗЛОВ И СГОННО-НАГОННЫХ ЯВЛЕНИЙ // В сборнике: Закономерности формирования и воздействия морских, атмосферных опасных явлений и катастроф на прибрежную зону РФ в условиях глобальных климатических и промышленных вызовов («Опасные явления») материалы Международной научной конференции. 2019. С. 106-110.

5. Комплекс 3D анализа ПАРБ.00091-01 Руководство оператора <http://gistoolkit.ru/download/doc/3danalysiscompl.pdf> (актуальность ссылки 01.03.2019)

УДК 631.6

ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ЗЕМЛИ В ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Н.Н. Дубенок

ФГБОУ ВО «РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва, Россия

В Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации до 2020 года для достижения национальной безопасности, в том числе продовольственной, определен уровень производства продуктов питания по отношению к 2007 г. Валовой сбор зерна планируется довести до 120-25 млн. т. Производство мяса за эти годы планируется увеличить в 1,7 раза, а молока – на 27%.

Если же ориентироваться на среднестатистические данные текущего десятилетия, то показатель фактического годового производства зерна составляет 106,4 млн т., так в 2008 году - 108 млн т., в 2016 г. - 119 млн т., в 2017 г. - 135 млн т. Тогда в 2020 г. объем производства зерна необходимо увеличить на 20 млн т., чтобы достичь контрольных цифр Концепции [11,13].

Мелиоративный комплекс России представлен 9,1 млн. га мелиорированных земель, в числе которых орошаемых более 4,3 млн га и осушенных почти 4,8 млн га. В нем занято около 5% населения страны.

Большая часть основных фондов создана в 60-80 годы прошлого века, поэтому около 43% оросительных и свыше 24% осушительных систем нуждаются в проведении работ по техническому улучшению, перевооружению и восстановлению

В результате нарушения функциональных возможностей мелиоративных систем уровень их технического состояния резко упал.

Основные площади осушенных земель находятся в Нечерноземной зоне России, в том числе в Северо-западном Федеральном Округе 1,8 млн га.

Анализируя динамику основных показателей водопользования за 16 лет в России видно, как уменьшается водопотребление для целей орошения, обводнения пастбищ и сельскохозяйственного водоснабжения (таблица 1).

Так в 2000 году водопотребление для орошения и обводнения сельскохозяйственного водоснабжения составляло 12,6 км³, а в 2015 году 7,2 км³. Мы видим резкое уменьшение водопотребления в сельскохозяйственном производстве.

Таблица 1 - Динамика основных показателей водопользования в России с 2000 г. по 2015 г., км³

Показатель	2000 г.	2005 г.	2010 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Забор воды (вкл. морскую) из природных источников	85,9	79,5	79,0	72,1	69,9	70,8	68,6
В т.ч. водозабор для использования	75,9	69,3	69,7	63,9	61,0	63,2	60,8
в том числе:							
из поверхностных источников	65,7	60,2	61,7	56,1	53,35	54,5	51,9
из подземных источников	10,2	9,1	8,0	7,8	7,65	8,7	8,9
Использовано свежей воды, всего в т.ч. на нужды:	66,9	61,3	59,5	56,9	53,6	56,0	54,6
хозяйственно-питьевые	13,6	12,3	9,6	9,0	8,7	8,5	8,2
производственные	38,8	36,5	36,4	33,9	31,5	32,4	31,4
из них:							
питьевого качества	3,7	3,7	3,8	2,7	2,6	2,54	2,42
для орошения, обводнения пастбищ и сельхозводоснабжения	12,6	10,4	8,3	7,8	7,0	7,6	7,2
Расход в системах оборотного и повторно-последовательного водоснабжения	133,5	135,5	140,7	142,3	138,5	136,6	138,8

По данным ряда институтов Отделения сельскохозяйственных наук РАН [3,7,8] получение с каждого поливного гектара продукции на уровне 7,0-7,5 тыс. корм. ед. в зоне Среднего Поволжья и Юга России в зерно-кормовом севообороте возможно на фоне внесения в среднем за ротацию на 1 га севооборотной площади 195...205 кг д.в. минеральных удобрений при средневзвешенной оросительной норме 3000 м³/га и энерговооруженности работников орошаемого земледелия не ниже 44...52 кВт. Обеспеченность полевого орошаемого земледелия в этой зоне денежно-материальными ресурсами при такой продуктивности должна составлять не менее 20...24 тыс. руб. на 1 га. Получение более высокой продуктивности, на уровне 12,0...13,5 тыс. корм. ед. с 1 га, в тех же условиях связано с увеличением дозы внесения удобрений до 240...265 кг д.в., оросительной нормы – 4100 м³/га и энерговооруженности – 80...90 кВт. Потребность в финансировании при этом возрастает до 29,0...31,0 тыс. руб. на 1 га.

В условиях постоянно возрастающего дефицита пресной воды дальнейшее расширение орошения и повышение эффективности орошаемого земледелия возможно только на основе внедрения водосберегающих технологий орошения. Поэтому проблема разработки и освоения в практике орошаемого земледелия экологически обоснованных и ресурсосберегающих технологий, позволяющих повысить продуктивность орошаемого гектара, остается весьма актуальной и своевременной.

Проведенный анализ использования орошаемых земель и оценка климатических условий за последние 45 лет (1973-2018 гг.) убедительно показывают, что в новых экономических условиях в Российской Федерации орошению в сочетании с другими видами мелиорации принадлежит ведущая роль в устойчивом производстве сельскохозяйственной продукции [2, 8].

В условиях возрастающего дефицита водных ресурсов наибольшую перспективу имеют менее энергозатратные способы и технологии орошения, позволяющие повысить продуктивность орошаемого гектара и эффективность использования поливной воды, к которым относятся капельное, комбинированное орошение (капельное+мелкодисперсное) (рисунок 1).



Рисунок - Комбинированное орошение (капельное + мелкодисперсное) на посевах сахарной кукурузы

Следовательно, мелиоративное земледелие может стать высокопродуктивным и устойчивым по объему производства сельскохозяйственной продукции сегментом аграрной экономики только при достаточном ресурсном его обеспечении. Ресурсное обеспечение Российской Федерации позволяет увеличить площади как орошаемых, так и осушаемых земель до уровня, необходимого для обеспечения продовольственной безопасности страны.

«Подушка» продовольственной безопасности зерна, как и кормов, гарантированно получаемых с мелиорированных земель, должна быть не менее 30% от общей потребности в них, или в расчете на зерно 25...28 млн т. Обеспечить такой объем производства зерна в стране возможно получением с осушенных земель

7...9 млн. т при условии увеличения денежных средств на материально-техническое и технологическое обеспечение и 17...19 млн. т – с орошаемых. Такое станет возможным при расширении площади поливных угодий до 9...10 млн. га, из которых под посевы зерновых и зернобобовых культур, главным образом, кукурузу и сою, будет отводиться не менее 3,5...4,0 млн. га. Даже при такой площади орошаемых земель доля их в структуре пашни не достигнет 10%, однако они станут надежным гарантом обеспечения продовольственной независимости страны [7, 8].

Особое внимание необходимо обратить на разработку водосберегающих технологий в орошаемом земледелии.

В мировой практике орошения риса наибольшее распространение получил способ полива продолжительным затоплением чеков слоем воды. По такой технологии в настоящее время рис возделывается в мире на площади более 100 млн.га.

Оросительная норма риса, выращиваемого по такой технологи, находится в пределах от 20 до 25 тыс. м³/га и более, что значительно превосходит биологическое потребление воды рисовым агроценозом. Значительная часть ее теряется на фильтрацию, сброс и боковой отток.

На основании многолетних исследований впервые в России была разработана технология возделывания риса при капельном орошении.

В данной технологии обоснованы дифференцированные водные режимы почвы, позволяющие в сочетании с рекомендованными дозами макроудобрений получать конкурентоспособную урожайность риса при снижении затрат оросительной воды по сравнению с традиционной технологией орошения в 3-5 раз (таблица 2) [9, 10].

Таблица 2 - Сочетание управляемых факторов для получения планируемой урожайности риса (среднее с 2013 по 2015 гг.)

Урожайность, т/га		Оросительная норма м ³ /га	Сочетание факторов	
планируемая	фактическая		влажность почвы перед поливом, % НВ, глубина увлажнения, м	дозы минеральных макроудобрений, кг д.в./га
5,00	4,88	4440	(80%, h = 0,6 м)	N ₁₀₉ P ₆₂ K ₇₅
	5,29	5550	(80%, h = 0,4 и 0,6 м)	
	5,13	4810	(80% и 70%, h = 0,4 и 0,6 м)	
6,00	5,70	4933	(80%, h = 0,6 м)	N ₁₃₁ P ₇₄ K ₉₀
	6,23	5357	(80%, h = 0,4 и 0,6 м)	
	6,11	4920	(80% и 70%, h = 0,4 и 0,6 м)	
7,00	6,64	4510	(80%, h = 0,6 м)	N ₁₅₇ P ₉₀ K ₁₀₈
	6,95	5500	(80%, h = 0,4 и 0,6 м)	
	6,87	4750	(80% и 70%, h = 0,4 и 0,6 м)	

Осушаемым землям принадлежит значительная роль в решении проблемы производства кормов, использование которых имеет выраженную кормовую направленность, а также овощей. Совсем недавно исполнилось 44 года принятия Программы развития сельского хозяйства Нечерноземной зоны России. После проведения мелиоративных работ, а также строительства дорог, жилья, школ, детских садов, производственных мощностей в Нечерноземье производилось 30% продукции земледелия и животноводства, из них – 31% мяса, 40% молока и яиц, 45% картофеля, 33% овощей, 95% льноволокна, кормов – до 70% и другая продукция.

Результаты переписи 2016 года показали, что площадь фактически используемых сельскохозяйственных угодий практически сохранена по сравнению с 2006 г. (снижение 0,5%), а общая площадь посевов увеличена на 4342 тыс. га, или на 5,8%, в то время как в 90-е годы мы потеряли 33 млн. га посевов.

Наблюдается укрупнение средних размеров землепользования всех категорий хозяйств: сельхозорганизаций, фермеров и даже личных подсобных хозяйств.

Перепись показала, что практически не произошло прогресса в мелиорации земель. Площадь земель с действующей оросительной системой в сельхозорганизациях и у фермеров возросла всего на 65 тысяч гектаров, а с осушительной системой в сельхозорганизациях сократилась на 450 тыс. га, а у фермеров возросла на 18 тыс. га (таблица 3).

Таблица 3 - Мелиорированные земли, тыс. га

	2006	2016	2016 -2006
Земли с действующей оросительной системой:			
- сельхозорганизации	810,3	814,9	4,6
- фермеры	129,0	188,1	59,1
Земли с действующей осушительной системой:			
- сельхозорганизации	1058,9	608,0	- 450,9
- фермеры	41,5	59,4	17,9

Сокращение сельскохозяйственной деятельности, и в первую очередь сокращение поголовья КРС, при отсутствии рабочих мест в других отраслях является основной причиной социального опустынивания сельских территорий, что также зафиксировала перепись. В 2016 году число личных подсобных хозяйств и других индивидуальных хозяйств граждан с заброшенными земельными участками и пустующими домами составило 2064, тыс. (13,7% от их общего числа), в то время как в 2006 г. было 1361,3 тыс. (9,2%). За десятилетие увеличение пустующих личных подсобных хозяйств составило 703,5 тыс. В городских поселениях эти показатели почти в 2 раза ниже [12].

Особенно высок удельный вес ЛПХ с заброшенными участками и пустующими домами в сельской местности исторического центра и приграничных регионов (рисунок 2).

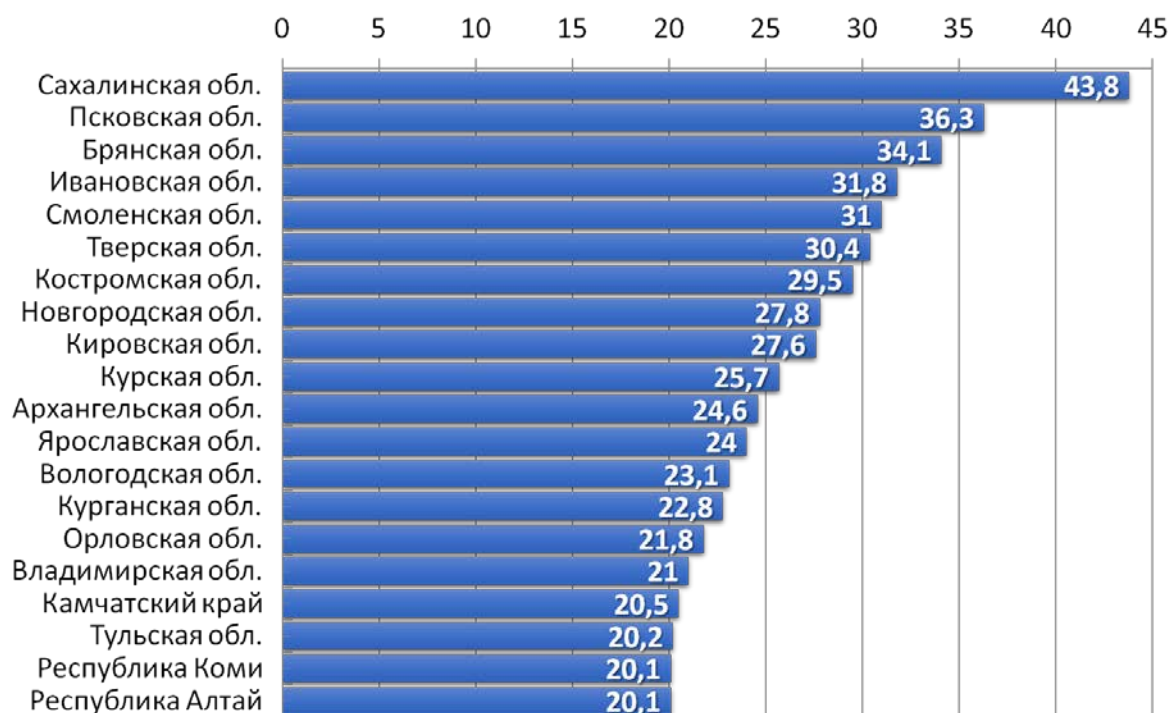


Рисунок 2 - Регионы с наибольшим удельным весом личных подсобных хозяйств и других индивидуальных хозяйств граждан с заброшенными земельными участками (пустующими домами) в сельских поселениях, на 1 июля 2016 г., в процентах от общего числа хозяйств

В Российской Федерации реализуется Федеральная целевая программа «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения на 2014-2020 годы», в рамках которой осуществляется реконструкция и ремонт мелиоративных систем, ведутся культуртехнические работы, вводятся в оборот не используемые в сельскохозяйственном производстве земли. Важной составной частью работ по наблюдению за техническим состоянием и проведением ремонта мелиоративных систем является их обследование и наблюдение за водно-воздушным, питательным и микробиологическим режимами почв.

Контроль за мелиоративным состоянием мелиорированных земель, позволяет сделать заключение о состоянии водно-воздушного, питательного и теплового режимов почв, сроках прекращения стоков воды с осушаемых территорий, аккумуляции дренажного стока, определения времени дополнительного увлажнения, оперативного отвода избыточной влаги при паводковых ситуациях.

Агрофизический научно-исследовательский институт совместно с РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева на протяжении нескольких лет проводят научные исследования по применению дистанционных методов обследования осушенных мелиорированных земель с использованием беспилотных летательных аппара-

тов (рисунок 3). По полученным аэрофотоснимкам можно определить техническое состояние осушительных мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений.



Рисунок 3 – Беспилотные летательные аппараты (БПЛА)

Результаты наблюдений и обследований используются для разработки мероприятий по улучшению мелиоративного состояния мелиорированных земель, обеспечению на них оптимального водно-воздушного, питательного и микробиологического режимов в течение всего вегетационного периода. Проведение наблюдений и обследований по действующим методикам является весьма дорогостоящим мероприятием, достоверность полученных показателей в некоторых случаях сомнительна, а убытки сельскохозяйственных предприятий от неисправных мелиоративных систем значительны и составляют около 20% только по недобору урожая.

Расшифровка аэрофотоснимков, полученных в различных диапазонах света беспилотными летающими аппаратами, а также информация со спутников позволяет получить требуемую информацию о техническом состоянии осушительных и оросительных систем. Применение автоматизированных метеорологических измерений, анализаторов качества стоков воды с полей, измерение уровня грунтовых вод, использование георадаров и других средств измерений в режиме контроля и фиксации географических координат места проведения исследований по установленной программе позволяет повысить производительность труда и получить более достоверные показатели обследования [1, 4, 5].

Обследование осушенных мелиорированных земель по действующим методикам позволяет определить только локальные неисправности мелиоративной системы (рисунок 4). Более точно определить участок, где вышел из строя элемент мелиоративной системы возможно только дистанционно, по снимкам, показывающим всю мелиоративную систему, включая водоприемник, коллекторы, дренаж, транспортирующие каналы и гидротехнические сооружения. Предлагаемые подходы к обследованиям дистанционными способами, позволяют предложить владельцам мелиоративных систем методику сокращающую время и ручной труд инженеров-гидротехников, получать более достоверные данные и составлять дефектные ведомости для ремонта объектов мелиорации.



Рисунок 4 - Локальные неисправности мелиоративной системы

Определение степени зарастания каналов и полей древесно-кустарниковой растительностью по площади и густоте зарастания, породе и толщине стволов по снимкам возможно при сравнении их со снимком модельного участка, заросшего подобной растительностью. Фото (видео) съемка сооружения (участка поля) подтверждает визуально его техническое состояние с указанием координат и времени (рисунок 5).

Использование беспилотных летательных аппаратов для проведения съемки является более информативным и достоверным, особенно при съемках не только в видимом, но и инфракрасном диапазонах. БПЛА так же используются для построения горизонталей местности, это удешевляет топографические и геодезические работы при составлении проекта реконструкции мелиоративных систем в несколько раз.



Рисунок 5 - Заращение каналов и полей древесно-кустарниковой растительностью

При использовании БПЛА составляется ортофотоплан. **Ортофотоплан** – разновидность плана местности на точной геодезической основе, который дает возможность с максимальной достоверностью воссоздать земную поверхность [14].



Рисунок 6 - Ортофотоплан

Разрешающая способность ортофотоплана зависит от высоты, а также физических размеров матрицы съемочной аппаратуры. Такое пространственное разрешение, получаемое с помощью БПЛА, на данный момент превосходит результаты, полученные любыми другими способами (спутниковая съемка, съемка с самолетов и вертолетов, работа «вручную»).

На ортофотоплан накладывается с помощью ГИС-систем план осушительной сети участка (рисунок 7). На получившемся изображении находят смотровые

колодцы, устья коллекторов. После чего на самом ортофотоплане находят эти объекты, а также нарушения в работе осушительной сети и другие негативные процессы и явления на полях [1, 4, 5, 6].

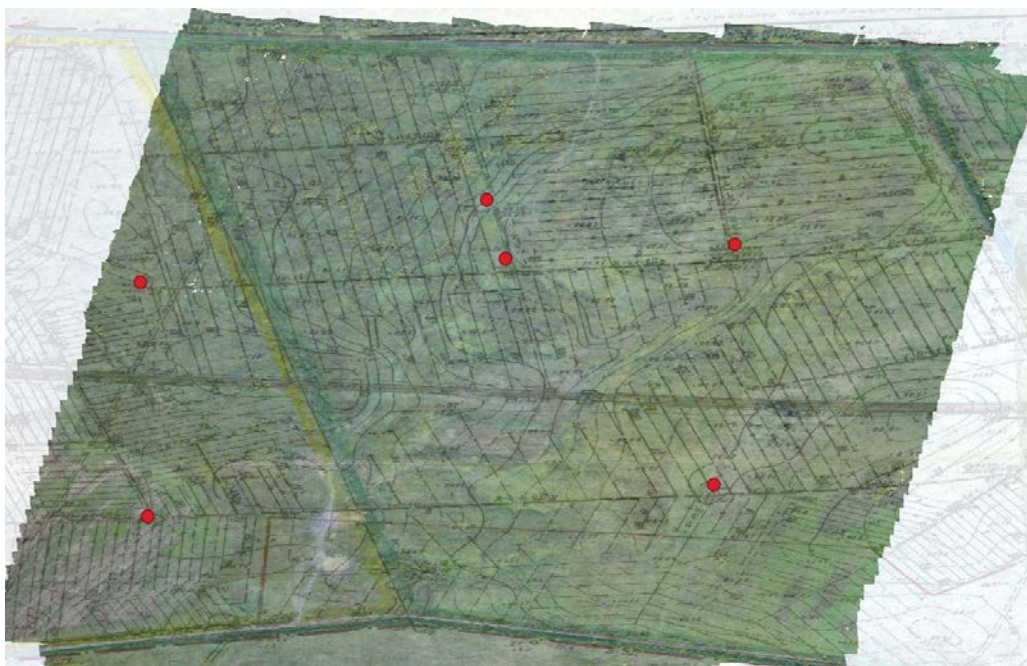


Рисунок 7 - Наложение плана осушительной сети на ортофотоплан

На основе полученной информации гораздо легче найти эти объекты на местности для детального изучения и разработки плана устранения нарушений (рисунок 8).



Рисунок 8 - Нарушение в работе осушительной сети

Цифровые технологии в мелиорации дают большой экономический и временной эффект при эксплуатации мелиоративных систем, а также при изысканиях и проектировании для целей реконструкции осушительных и оросительных систем.

Список использованных источников

1. Барталев С.А., Егоров В.А., Жарко В.О., Лупян Е.А., Плотников Д.Е., Хвостиков С.А., Шабанов Н.В. Спутниковое картографирование растительного покрова России. // М.: ИКИ РАН, 2016. 208 с.
2. Дубенок Н.Н. Мелиорация земель - основа успешного развития агропромышленного комплекса // Мелиорация и водное хозяйство. - 2013.-№ 3.-С. 7-9.
3. Дубенок Н.Н. Приоритеты научного обеспечения развития мелиорации // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. -2014.-№ 1.-С. 96-104.
4. Дубенок Н.Н., Янко Ю.Г., Петрушин А.Ф., Калиниченко Р.В. Перспективы использования данных дистанционного зондирования в оценке состояния мелиоративных систем и эффективности использования мелиорированных земель // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2019. Т. 16. № 3. С. 96–104.
5. Лупян Е.А., Мазуров А.А., Назиров Р.Р., Прошин А.А., Флитман Е.В., Крашенинникова Ю.С. (2011а) Технологии построения информационных систем дистанционного мониторинга // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2011. Т. 8. № 1. С. 26–43.
6. Лупян Е.А., Балашов И.В., Бурцев М.А., Ефремов В.Ю., Кашницкий А.В., Кобец Д.А., Крашенинникова Ю.С., Мазуров А.А., Назиров Р.Р., Прошин А.А., Сычугов И.Г., Толпин В.А., Уваров И.А., Флитман Е.В. (2015б) Создание технологий построения информационных систем дистанционного мониторинга // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2015. Т. 12. № 5. С. 53–75.
7. Кружилин И.П. Комплексная мелиорация земель обеспечит устойчивое развитие сельского хозяйства Поволжья // Вестник российской сельскохозяйственной науки. - 2011. - № 1. - С. 14-16.
8. Кружилин И.П. Мелиорация земель - необходимое условие высокого уровня развития сельскохозяйственного производства // Вестник российской сельскохозяйственной науки. - 2013. - № 1. -С. 16-19.
9. Кружилин И.П., Дубенок Н.Н., Абду Н.М., Ганиев М.А., Родин К.А. Продуктивность суходольного риса при капельном орошении // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2015. № 6. С. 92-100.
10. Кружилин И.П., Дубенок Н.Н., Н.М. Абду Влияние водных режимов капельного орошения на динамику влажности почвы и эвапотранспирацию риса // Мелиорация и водное хозяйство, М:2015 г. - № 6 с.9-15
11. Ольгаренко Г.В. Научно-техническое обеспечение программы развития мелиорации в России // Мелиорация и водное хозяйство. - 2013.-№ 6. - С. 2-4.
12. Петриков А.В. Классификация и экономическое поведение личных подсобных хозяйств. По материалам всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2018. № 7. С. 13-18
13. Щедрин, В.Н. Сенчуков Г.А., Гостищев В.Д. О направлениях развития мелиорации и ее роли в обеспечении безопасности России // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. - 2013. - № 4 (12).-С. 1-14.
14. Якушев В.П., Дубенок Н.Н., Лупян Е.А. Опыт применения и перспективы развития технологий дистанционного зондирования Земли для сельского хозяйства// Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2019. Т. 16. №3. С. 11–23.