

- культур/ Д.А. Штойко, В.А. Писаренко// Мелиорация земель на Украине; под ред. Н.А. Гаркуши.-К.: Урожай, 1979. – С.100-108.
10. Bastos E. A. et al. (2012) Evapotranspiration and crop coefficient of drip irrigated watermelon in Piaui coastline, Brazil //Engenharia Agricola, 2012, – Т. 32. – №. 3. pp. 582-590.
11. Otto R. F., Gimenez C., Castilla N. (1998) Evapotranspiration and dry matter production of horticultural crops under cover //XXV International Horticultural Congress, Part 6: Culture Techniques with Special Emphasis on Environmental Implications 516, 1998, pp. 23-30.

УДК 631.67:626.824(477.72)

ОСОБЛИВОСТІ РОЗПОДІЛУ ВОДИ ПО КАХОВСЬКОМУ МАГІСТРАЛЬНОМУ КАНАЛУ

Вердиш М.В. – к.е.н.,
Булаєнко Л.М. – к.с.-г.н., доцент,
Кузьменко В.Д. – доцент,
Ващенко Ю.І. – почесний професор, ДВНЗ «Херсонський ДАУ»

Наведено техніко-експлуатаційні характеристики Каховського магістрального каналу, водогосподарських організацій у зоні його дії в 2010-2015 рр. Вивчено умови та проаналізовані показники водорозподілу по Каховському магістральному каналу. Встановлено кореляційний зв'язок між показниками водорозподілу і кількістю опадів в зоні досліджень.

Ключові слова: зрошення, магістральний канал, показники, водогосподарські підприємства, водокористування, розподіл води, коефіцієнт кореляції.

Verdysh M.V., Bulaienko L.M., Kuzmenko V.D., Vashchenko Yu.I. - Особенности распределения воды по Каховскому магистральному каналу

Приведены технико-эксплуатационные характеристики Каховского магистрального канала, водохозяйственных организаций в зоне его действия в 2010-2015 гг. Изучены условия и проанализированы показатели водораспределения по Каховскому магистральному каналу. Установлена корреляционная связь между показателями водораспределения и количеством осадков в зоне исследований.

Ключевые слова: орошение, магистральный канал, показатели, водохозяйственные предприятия, водопользование, распределение воды, коэффициент корреляции.

Verdysh M.V. Bulaienko L.M., Kuzmenko V.D., Vashchenko Yu.I. Specific features of water distribution in the main Kakhovka canal

The paper provides technical and operational characteristics of the Kakhovka main canal and water management organizations in the area of its operation in 2010-2015. It considers conditions and analyzes indicators of water distribution along the Kakhovka main canal. The study establishes a correlation between water distribution indicators and amount of precipitation in the area of research.

Keywords: irrigation, main canal, indicators, water management organizations, water use, water distribution, correlation coefficient.

Постановка проблеми. Головний Каховський магістральний канал – це єдиний нерозривний водогосподарський комплекс, становий хребет найбіль-

шої зрошувальної системи у Європі, яка у разі повної реалізації проекту, могла б забезпечити зрошення сільськогосподарських земель на території Херсонської та Запорізької областей на площі 780 тис. га. Довжина основного русла – майже 130 км, а разом з міжгосподарськими розподільниками складає понад 450 км. З Каховського магістрального каналу беруть початок Іванівський та Західний водоводи, канали Приазовської і Сірогозької зрошувальних систем.

Класичне визначення зрошувальної системи (ЗС), зводиться до того, що ЗС – це сукупність технічних засобів забору, транспортування і перетворення води в ґрунтову вологу [1]. Таке визначення ЗС в сучасних умовах недостатньо точно відображає її сутність тому, що характеризує лише технічну підсистему, або гідротехнічний транспортувальний механізм. Сучасні гідромеліоративні системи, що побудовані в посушливій зоні, представляють собою складні природно-технічні і господарські комплекси, які мають високий рівень технічної оснащеності. В таких системах транспортувальний механізм становить лише частину системи, її технічну підсистему. Також до структури сучасних зрошувальних систем входить організаційно-господарська підсистема, що представлена колективом людей і технічними засобами управління водорозподілом. Ця підсистема забезпечує технологічний процес руху води у гідротехнічному передавальному механізмі. Виходячи з цього, можливо зробити висновок, що розвиток меліоративної науки, зрошувальних технологій, зміна умов господарювання зумовили внесення уточнень та доповнень до традиційного визначення зрошувальної системи. Визначенню ЗС необхідно надати більш широке значення і розглядати її як сукупність ієрархічно організованих підприємств, що взаємодіють у процесі водокористування, водорозподілу та водовідведення на певній території [2]. Таке уявлення про зрошувальні системи змушує в підході до управління ними враховувати як технологічні, так і економічні основи експлуатації [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Окремі питання визначення ефективності водорозподілу на зрошувальних системах вивчали в своїх працях такі вчені, як: Натальчук М.Ф., Багров М.М., Кієнчук О.Ф. та інші. Пізніше, Духовним В.А., спільно з іншими науковцями, була розроблена система показників оцінки та аналізу водорозподілу на зрошувальних системах Центральної Азії. В умовах зрошення України ці показники залишаються мало вивченими.

Постановка завдання. Виходячи із актуальності даної проблематики можливо визначити основну мету досліджень, яка полягає у аналізі стану розподілу води на Каховському магістральному каналі. Завданнями досліджень є розрахунки показників водорозподілу і визначення їх зв'язку з умовами функціонування Каховського магістрального каналу.

Виклад основного матеріалу дослідження. Функціонування Каховського магістрального каналу (МК) як і Каховської зрошувальної системи 2010-2014 рр. характеризується: зміною кількості водокористувачів, завершенням переходу на принцип платності водокористування, зменшенням бюджетного фінансування державних водогосподарських підприємств. Зберігається структурна роз'єднаність, коли Управління головного Каховського магістрального каналу (УГКМК), що експлуатує головну насосну станцію, магістральний канал і частину точок водовиділу (насосних станцій підкачки), знаходиться у безпосередньому підпорядкуванні Державного агентства водних ресурсів України. Районні та міжрайонні управління водного господарства (УВГ), що

знаходяться в зоні дії магістрального каналу, експлуатують міжгосподарські розподільники і більшість точок водовиділу та входять до структури Херсонського (9 УВГ) і Запорізького (2 УВГ) обласних управлінь водних ресурсів. В таких умовах експлуатації зростає роль планування та аналізу ефективності водокористування і водорозподілу. Оптимізація процесів забору, подачі та розподілу води сприяє підвищенню технічних показників ЗС: зменшує непродуктивні втрати води, підвищує надійність роботи насосних станцій. Це, в свою чергу, знижує матеріальні витрати на подачу води та обслуговування зрошувальної мережі.

Основні техніко-експлуатаційні показники підприємств, які забирають воду з Каховського магістрального каналу і подають її на зрошення, наведені у таблиці 1. Дані таблиці свідчать про порівняно високий рівень використання зрошуваних земель, значну потужність Каховської ЗС та високу інтенсивність поливів сільськогосподарських культур на зрошуваному масиві. В той же час технологічна потужність головної насосної станції використовується не в повній мірі. Фактично політі площі за період 2010-2014 рр. становили 211-228 тис. га, що складає 65-70% наявних зрошуваних земель у зоні дії системи і до 40% политих зрошуваних земель в Україні. Об'єм водоподачі дорівнював 500-800 млн. м³. Середня зрошувальна норма по системі за аналізований період становила 2,8 тис.м³/га, а максимальна досягала значень 4,48 тис.м³/га. Середня кратність поливів – 5,7, а в районах інтенсивного вирощування сої на зрошенні, що обслуговується Каховським управлінням водного господарства та управлінням Каховського магістрального каналу – до 10 поливів за сезон. Технічний стан Каховської зрошувальної системи задовільний – коефіцієнт корисної дії (ККД), з урахуванням магістрального каналу, дорівнює 0,9, а закритої внутрішньогосподарської мережі – 0,96-0,97. У той же час має місце значний знос основних фондів. У практиці водорозподілу на Каховській ЗС мали місце випадки, коли ККД міжгосподарської мережі деяких районних управлінь водного господарства досягав і перевищував значення 1.

Це пояснюється забором УВГ води не тільки з робочого, але й з резервного об'єму магістрального каналу, який утворюється завдяки складній полігональній формі його поперечного перерізу, що дозволяє накопичувати додаткові об'єми води. Фактичні і планові об'єми водоподачі Каховського магістральному каналу наведені в таблиці 2.

Вивчення значень планових та фактичних показників об'ємів водоподачі Каховського магістрального каналу протягом 2010-2014 рр. дозволило встановити наступне:

- планові об'єми водоподачі щорічно поступово збільшувалися на 2-5,5% відносно рівня попереднього року;
- фактичні об'єми збільшувалися стрибкоподібно, на 2,5-25%, а у 2014 р. спостерігалось зменшення на 1%;
- фактичні об'єми водоподачі завжди перевищували планові на 1-8% і корегувались метеорологічними умовами, найменша фактична водоподача була зафіксована у 2010 р., коли забезпеченість опадами була найбільшою.

Таблиця 1 – Основні техніко-експлуатаційні показники водогосподарських підприємств у зоні дії Каховської зрошувальної системи

Назва підприємства	Роки	Фактична площа поливу, тис. га	Водоподача, тис.м ³		ККД	Кратність поливів сільськогосподарських культур	Питома водоподача, тис.м ³ /га
			план	факт			
Управління головного Каховського магістрального каналу	2010	29,28	120766	95231	1	5,9	3,25
	2011	29,80	135063	122262	1	7,9	4,10
	2012	29,86	145700	133813	1	9,0	4,48
	2013	29,70	151934	127017	1	8,6	4,28
	2014	30,79	162994	120602	1	7,3	3,92
Каховське УВГ	2010	28,73	90925	71799	0,85	7,1	2,92
	2011	28,14	86903	82062	0,80	9,0	3,59
	2012	28,14	103849	101090	0,72	9,7	3,46
	2013	29,72	107145	102828	0,89	10,2	4,19
	2014	29,72	98147	124686	0,88	8,6	3,68
Горностаївське УВГ	2010	17,32	60430	50323	0,99	5,5	2,62
	2011	17,22	59355	45472	0,98	6,9	3,39
	2012	17,54	52678	58468	0,95	8,1	3,73
	2013	17,74	48146	65447	0,99	8,5	4,25
	2014	17,92	48144	75390	0,97	8,2	3,89
Новотроїцьке УВГ	2010	44,82	93264	73200	0,94	3,3	1,63
	2011	44,93	94596	111906	0,96	5,3	2,49
	2012	45,14	103095	130114	0,93	5,2	2,88
	2013	47,26	104981	136971	0,96	5,3	2,90
	2014	48,71	107930	147073	0,97	5,3	3,02
Цюупинське УВГ	2010	1,54	4680	4173	0,91	5,7	2,71
	2011	1,54	5742	3771	1	5,1	2,49
	2012	1,33	5473	3876	0,98	5,9	2,91
	2013	1,51	5445	6373	1	8,4	4,20
	2014	1,58	6531	6008	1	7,9	3,79
Чаплинське УВГ	2010	34,55	66221	80182	1,03	4,5	2,32
	2011	28,38	79806	106642	0,97	5,5	3,76
	2012	28,57	73205	120530	1,02	6,4	4,22
	2013	29,09	78446	119228	0,96	7,7	4,10
	2014	34,55	78155	140898	1,05	7,1	4,08
Іванівське УВГ	2010	13,90	30700	32809	1,08	3,8	2,36
	2011	14,53	36269	47868	1,00	5,9	3,29
	2012	14,54	36200	51224	0,96	5,2	3,52
	2013	14,83	41808	60391	0,99	6,8	4,07
	2014	15,33	39496	60184	0,99	6,5	3,93
Генічеське УВГ	2010	20,50	48221	37670	0,90	4,8	1,84
	2011	20,50	44771	47613	0,94	5,6	2,32
	2012	20,70	45269	48435	0,93	5,6	2,34
	2013	21,00	45361	50416	0,95	5,6	2,40
	2014	21,00	47650	47958	0,98	5,5	2,25
Якимівське УВГ	2010	13,66	34414	11530	0,63	2,1	0,84
	2011	14,16	32007	18121	0,66	3,0	1,28
	2012	14,45	22282	17708	0,60	3,0	1,23
	2013	15,49	22282	21438	0,70	3,2	1,38
	2014	15,65	22282	16924	0,63	2,9	1,08
Мелітопольське УВГ	2010	12,20	44083	15126	0,73	2,9	1,24
	2011	12,20	32220	13315	0,62	2,3	1,09
	2012	12,31	22680	19862	0,68	3,3	1,61
	2013	12,61	31300	24308	0,70	3,7	1,93
	2014	12,48	34600	26094	0,73	4,0	2,09

Управління водою на Каховській ЗС здійснюється на засадах планового водокористування – зв'язку потреб водокористувачів (сільськогосподарських товаровиробників, підприємств водопостачання) з режимом джерела зрошення, пропускною здатністю каналів і трубопроводів, продуктивністю насосних станцій [4]. Планові об'єми водозабору та водоподачі кожного районного управління

Таблиця 2 – Планові й фактичні об'єми водоподачі Каховського магістрального каналу

Рік	Планова водоподача, тис.м ³	Фактична водоподача, тис.м ³
2010	716655	540031
2011	729630	711912
2012	748148	811300
2013	767231	831853
2014	812721	822327

водного господарства визначаються протоколами про наміри, що оформлюються між водокористувачем і підприємством водного господарства до укладання договорів на подачу води. Протягом поливного сезону водокористувач за 5 днів подає заявку на воду в управління водного господарства, згідно з календарним планом поливів, оплачує заявлений об'єм води за ціною, погодженою договором. За день до поливу водокористувач підтверджує готовність до проведення поливу документом про оплату заявленого обсягу води. Оформлення заявок на воду, сплата, підтвердження готовності проведення поливів відносяться до процесу оперативного планування системного водокористування. Системні плани розподілу води можуть коригуватися. Коригування планів відбувається у випадках:

- випадання достатньої кількості опадів для забезпечення рослин вологою;
- аварії, що тягне за собою тривале порушення планового режиму водоподачі;
- значного зменшення водоносності джерела зрошення;
- зміни спеціалізації сільськогосподарського виробництва на зрошуваних землях, що супроводжується зміною структури посівних площ більш, ніж на 15%;
- відсутності у значної кількості водокористувачів коштів для оплати подачі води їм у точки виділу;
- незадовільного технічного стану внутрішньогосподарської зрошувальної мережі.

Організація планового водокористування на ЗС повинна забезпечувати ефективне використання зрошувальної води, мінімізацію її скидів з полів, оптимальну вологість активного шару ґрунту. Виконання та ефективність планового водокористування можливо оцінити системою певних техніко-економічних показників. Окрім традиційних показників, що характеризують роботу ЗС, таких як: об'єм водозабору та водоподачі, площа і кратність поливів, зрошувальна норма, вчені пропонують ряд показників, які характеризують управління водорозподілу і ефективність планового водокористування, таких як водозабезпеченість і рівномірність водоподачі [5].

Коефіцієнт водозабезпеченості групи водокористувачів (УВГ) або окремого водокористувача:

$$K_g = \frac{W_{\text{факт}}}{W_{\text{план}}} \quad (1)$$

де $W_{\text{факт}}$, $W_{\text{план}}$ – фактична і планова водоподача, м³;

Коефіцієнт водозабезпеченості магістрального каналу (МК):

$$K_{г.МК} = \frac{W_{\text{фактМК}}}{W_{\text{планМК}}}, \quad (2)$$

де $W_{\text{фактМК}}$, $W_{\text{планМК}}$ – фактична і планова водоподача по магістральному каналу, м³.

Основоположним принципом водорозподілу, що впливає із врахування правила соціальної справедливості, є пропорційність. Критерієм оцінки справедливості фактичного розподілу води між водокористувачами є коефіцієнт рівномірності водоподачі. Максимальне значення коефіцієнта рівномірності дорівнює 1. Чим вище коефіцієнт рівномірності водоподачі, тим справедливіше відбувається процес водорозподілу з магістрального каналу [6].

Коефіцієнт рівномірності водоподачі УВГ або окремого водокористувача:

$$K_p = 1 - \frac{K_g - K_{г.МК}}{K_{г.МК}} \quad (3)$$

Коефіцієнт рівномірності водоподачі з магістрального каналу розраховується як середнє арифметичне коефіцієнтів рівномірності водоподачі всіх водокористувачів (груп водокористувачів):

$$K_{pМК} = \frac{\sum K_p}{n} \quad (4)$$

де $\sum K_p$ – сума коефіцієнтів рівномірності водоподачі водокористувачів; n – кількість водокористувачів (груп водокористувачів).

Величини коефіцієнтів водозабезпеченості та рівномірності водоподачі Каховського магістрального каналу і водогосподарських підприємств, що функціонують в зоні Каховської ЗС, для кожного року аналізованого періоду (2010-2014 рр.), а також метеоумови цих років, що характеризуються кількістю опадів (мм) та забезпеченістю опадами (%) (за даними метеостанції Асканія-Нова), наведені в таблиці 3.

Таблиця 3 – Показники та умови водорозподілу на Каховській зрошувальній системі у 2010-2014 рр.

Рік	Показники та умови водорозподілу	Водогосподарські підприємства									
		Херсонська область								Запорізька область	
		УТКМК	Каховське УВГ	Горностаївське УВГ	Новотроїцьке УВГ	Цюрупинське УВГ	Чаплинське УВГ	Іванівське УВГ	Генічеське УВГ	Якимівське УВГ	Мелітопільське УВГ
2010	Коефіцієнт водозабезпеченості (K_v)	0,79	0,94	0,77	0,78	0,89	1,21	1,07	0,78	0,33	0,34
	Коефіцієнт водозабезпеченості каналу ($K_{вМК}$)	0,75									
	Коефіцієнт рівномірності водоподачі (K_p)	0,96	0,74	0,97	0,96	0,82	0,39	0,57	0,98	0,44	0,46
	Коефіцієнт рівномірн. водоподачі каналу ($K_{рМК}$)	0,72									
	Кількість опадів, мм. (O_c) /забезпеченість, %	598,4 / 7%									
2011	Коефіцієнт водозабезпеченості (K_v)	0,91	0,97	1,11	1,18	0,66	1,33	1,31	1,06	0,57	0,41
	Коефіцієнт водозабезпеченості каналу ($K_{вМК}$)	0,97									
	Коефіцієнт рівномірності водоподачі (K_p)	0,93	1,00	0,86	0,78	0,68	0,63	0,65	0,93	0,59	0,48
	Коефіцієнт рівномірн. водоподачі каналу ($K_{рМК}$)	0,76									
	Кількість опадів, мм. (O_c) /забезпеченість, %	240,3 / 99%									
2012	Коефіцієнт водозабезпеченості (K_v)	0,92	0,96	1,36	1,26	0,71	1,65	1,42	1,06	0,79	0,87
	Коефіцієнт водозабезпеченості каналу ($K_{вМК}$)	1,08									
	Коефіцієнт рівномірності водоподачі (K_p)	0,84	0,89	0,78	0,83	0,66	0,48	0,69	0,99	0,74	0,81
	Коефіцієнт рівномірн. водоподачі каналу ($K_{рМК}$)	0,78									
	Кількість опадів, мм. (O_c) /забезпеченість, %	503,4 / 21%									
2013	Коефіцієнт водозабезпеченості (K_v)	0,83	1,27	1,56	1,32	1,17	1,52	1,46	1,11	0,72	0,77
	Коефіцієнт водозабезпеченості каналу ($K_{вМК}$)	1,08									
	Коефіцієнт рівномірності водоподачі (K_p)	0,77	0,82	0,56	0,78	0,92	0,59	0,70	0,97	0,67	0,71
	Коефіцієнт рівномірн. водоподачі каналу ($K_{рМК}$)	0,73									
	Кількість опадів, мм. (O_c) /забезпеченість, %	342,7 / 68%									
2014	Коефіцієнт водозабезпеченості (K_v)	0,73	1,05	1,40	1,36	0,92	1,80	1,52	1,00	0,72	0,71
	Коефіцієнт водозабезпеченості каналу ($K_{вМК}$)	1,01									
	Коефіцієнт рівномірності водоподачі (K_p)	0,73	0,97	0,61	0,65	0,91	0,28	0,50	0,99	0,75	0,74
	Коефіцієнт рівномірн. водоподачі каналу ($K_{рМК}$)	0,68									
	Кількість опадів, мм. (O_c) /забезпеченість, %	340,1 / 72%									

Аналізуючи дані, наведені у таблиці 3, слід відзначити мінливість погодних умов за вказаний період, 2010 та 2012 роки були вологими, а 2011, 2013 та 2014 рр. – посушливими.

Виходячи із сприятливих умов: достатнього обсягу водних ресурсів у джерелі зрошення (Каховське водосховище), надійної роботи головної насосної станції системи, високого ККД зрошувальної мережі, коефіцієнт водозабезпеченості каналів усіх рівнів зрошувальної системи має бути стабільним і перебувати на високому рівні. Фактичні ж величини коефіцієнтів водозабезпеченості та рівномірності водоподачі у більшості районних управлінь водного господарства протягом аналізованого періоду були схильні до коливань. Через перевищення фактичних об'ємів водоподачі над плановими за останні три роки, значення показників водозабезпеченості Каховського магістрального каналу перевищує одиницю.

Кореляційний аналіз між показниками водозабезпеченості (K_v), рівномірності водоподачі (K_p) Каховського магістрального каналу і його розподільників та річною кількістю опадів (Q) був виконаний з метою визначення взаємозв'язку між вказаними змінними. Аналіз кореляційного зв'язку між виконанням плану водоподачі (коефіцієнт водозабезпеченості) та річною кількістю опадів у зоні Каховської зрошувальної системи вказав на зворотну залежність між цими величинами різного ступеня сили (від $-0,14$ у УГКМК до $-0,7$ у Генічеському УВГ) у більшості водогосподарських підприємств, за винятком Цюрупинського УВГ, де взаємозв'язок не простежується (табл. 4).

Таблиця 4 – Показники кореляційного зв'язку між характеристиками водорозподілу та кількістю опадів

Показники кореляційного зв'язку	Назва підприємства									
	УГКМК	Каховське УВГ	Горностаївське УВГ	Новотроїцьке УВГ	Цюрупинське УВГ	Чаплинське УВГ	Іванівське УВГ	Генічеське УВГ	Якимівське УВГ	Мелітопільське УВГ
$r(K_v, Q)$	-0,14	-0,38	-0,49	-0,66	0,01	-0,25	-0,59	-0,70	-0,43	-0,09
$r(K_p, Q)$	0,34	-0,78	0,48	0,75	-0,06	-0,43	-0,01	0,64	-0,40	-0,02
$r(K_v, K_p)$	0,36	-0,14	-0,93	-0,88	0,90	-0,41	0,07	-0,24	0,84	0,99

Висновки. Отже, можливо стверджувати, що із збільшенням кількості опадів зменшується показник виконання плану подачі води. Водночас, закономірного взаємозв'язку між змінами кількості опадів та показником рівномірності водорозподілу не виявлено. При кореляційному аналізі взаємного впливу водозабезпеченості та рівномірності водорозподілу необхідно приділити увагу на зворотній кореляційний зв'язок між цими двома показниками в тих УВГ, де фактичні показники водоподачі значно перевищують планові (Новотроїцьке, Чаплинське, Горностаївське). Водночас у водогосподарських підприємствах із фактичними показниками водозабезпеченості, що не перевищують

планові (Мелітопольське, Якимівське, Цюрупинське УВГ, УГКМК), спостерігається прямий зв'язок між водозабезпеченням та рівномірністю водорозподілу. Це свідчить про те, що значне перевищення фактичних величин водоподачі над плановими в деяких УВГ призводить до різкого зниження рівномірності водоподачі міжгосподарських розподільників. Також на виконання плану поливів впливає стан внутрішньогосподарської зрошувальної мережі і здатність водокористувачів сплачувати послуги з подачі води на зрошення. Низькі показники водозабезпеченості управлінь водного господарства Запорізької області (Мелітопольського і Якимівського) характеризують недостатній рівень планування водокористування в цих управліннях.

При поглиблених дослідженнях ефективності водорозподілу та експлуатації в цілому, а також економічної ефективності вирощування сільськогосподарських культур у зоні зрошення буде доцільним подальший аналіз функціонування Каховської ЗС та її елементів (УВГ або окремих водокористувачів) за допомогою системи техніко-економічних показників, таких як: собівартість водоподачі, ефективність використання зрошеного гектара, ефективність використання поливної води та інших.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Костяков А.Н. Основы мелиорации / А.Н. Костяков – М.: Сельхозгиз, 1960. – 662 с.
2. Галямин Е.П. Конспект лекций по курсу «Эксплуатация гидромелиоративных систем» – М.: МГМИ, 1988. – 57 с.
3. Эксплуатация гидромелиоративных систем /М.Ф. Натальчук, В.И. Ольгаренко, В.А. Сурин – М.: Колос, 1995. – 320 с.
4. Эксплуатация гидромелиоративных систем / под ред. Н.А. Орловой – К.: «Вища школа», 1985. – 368 с.
5. Духовный В.А., Мирзаев Н.Н. Руководство по расчету и анализу показателей водораспределения/ В.А. Духовный, Н.Н. Мирзаев и др. – Ташкент, 2006. – 56 с.
6. Интегрированное управление водными ресурсами: от теории к реальной практике. Опыт Центральной Азии / под ред. В.А. Духовного, В.И. Соколова, Х. Мантритулаке – Ташкент: НИЦ МКВК, 2008. – 364 с.