УДК 551.4:631.6:504.7

***Ю.Ф. Кобченко**, к.геогр.н., доцент,*
***О.Ю. Кобченко**, магістр,*
***В.А. Резуненко**, к.фіз.-мат.н.,доцент,*
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

ВПЛИВ ПОГОДНИХ ФАКТОРІВ НА ФОРМУВАННЯ УРОЖАЮ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР У ХАРКІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Розглянуті питання впливу погодно-кліматичних умов на вегетацію і врожай зернових культур і зокрема озимої пшениці. Проаналізувавши статистичні показники врожайності озимої пшениці і погодних умов у Харківській області за 1975-2012 рр. було показано, що найбільш тривалі інтенсивні посушливо-суховійні явища спостерігаються кожні три роки, катастрофічні кожний 10 рік. Врожайність озимої пшениці становила менше 20 ц/га. Методами математичної статистики показано рішення питань зв'язку врожаю з погодними умовами.

***Ключові слова**: врожай, зернові культури, природні фактори, погода, методи математичної статистики.*

***Ю.Ф. Кобченко, О.Ю. Кобченко, В.А. Резуненко. ВЛИЯНИЕ ПОГОДНЫХ ФАКТОРОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В ХАРЬКОВСКОЙ ОБЛАСТИ**. Рассмотрены вопроси влияния погодно-климатических условий на вегетацию и урожай зерновых культур и в частности озимой пшеницы. Проанализировав статистические показатели урожайности озимой пшеницы и погодных условий в Харьковской области за 1975-2012 гг. было показано, что наиболее продолжительные интенсивные засушливо-суховейные явления наблюдаются каждые три года, катастрофические каждый 10 год. Урожайность озимой пшеницы и составила менее 20 ц/га. Методами математической статистики показано решения вопросов связи урожая с погодными условиями.*

***Ключевые слова**: урожай, зерновые культуры, природные факторы, погода, методы математической статистики.*

Постановка проблеми. Сільське господарство є галуззю народного господарства, результати діяльності якої в значній мірі залежать від природних факторів, і зокрема погодно-кліматичних умов. Вони у різних співвідношеннях є природною основою сільськогосподарського виробництва. У накопиченні біомаси і формуванні врожаю сільськогосподарських культур приймають активну участь всі складові життєдіяльності системи «ґрунт-рослина-повітря» і зокрема гідрометеорологічні фактори. При розв'язанні цих питань необхідно мати об'єктивну оцінку впливу різних факторів на рівень виробництва зерна, у тому числі і погодно-кліматичних. Це дозволить обґрунтованіше визначити вклад різних показників агрометеорологічних умов в оцінку рівнів врожайності сількогосподарських культур. У зв’язку з цим актуальним є дослідження проблем впливу погодно-кліматичних умов на вегетацію сільськогосподарських культур взагалі і в умовах розвитку зернового господарства Харківської області зокрема.

Вихідні передумови. Вперше задача впливу провідних факторів на врожай була поставлена Д.І. Броуновим ще в кінці XIX століття. Подальший розвиток цих досліджень знаходимо в роботах Г.Т. Селянинова, А.М. Алпатьева, І.А. Гольцберг, Ф.Ф. Давітая, С.А. Сапожникової, Ю.І. Чиркова та ін.

Широкого розвитку при обробці експериментальних даних одержали методи формального статистичного аналізу. Емпіричне рішення питань зв'язку врожаю з погодними умовами знайшло в роботах В.Є. Браславця, В.П. Дмитренка, Є.К. Зоідзе, О.Р. Константинова, Г.А. Пановського, С.І. Соломана та ін. Вказані методи являють собою класичний підхід досліджень в галузі сільськогосподарській кліматології. Вони дозволили встановити основні закономірності впливу погодних факторів на процес формування врожаю.

У роботах М.І. Будико, А.Р. Константинова, М.І. Гойси, Ф.М. Куперман, Ю.Л. Раунера розглянуті фізіологічні основи утворення біомаси, їх залежність від тепло-вологозабезпечення культур. До цього напрямку відносяться дослідження механізму продуційного процесу, фітосинтетично активної радіації, тепло-вологоспоживання рослин, дефіцит вологості листа культури, фотометричні іх характеристики тощо. В узагальнених роботах цього напрямку одночасно розглядаються всі основні фактори, що формують біомасу. Враховані особливості розподілу гідрометеорологічних факторів у середині травостою.

За останні роки вітчизняні і зарубіжні вчені (О.Д. Горбачев, В.П. Дмитренко, Ю.Х. Росс, О.Д. Сиротенко, І.О. Шульгін та ін.) працюють у напрямку моделювання фізіологічних процесів, фотосинтезу, тепло-вологозабезпечення рослин і їх мінерального живлення. Цей напрямок досліджень перспективний, так як глибоко

© Кобченко Ю.Ф., Кобченко О.Ю., Резуненко В.А., 2014

аналізуються основи процесу утворення фітомаси.

Дослідження проблем гідрометеорологічного забезпечення сільськогосподарського виробництва було розпочато у Харківському університеті проф. Г.П.Дубинським у 1948 році. У його роботах розроблені геофізичні основи формування посух і суховіїв, і на базі єдиного енергетичного підходу запропоновано єдине поняття "посушливо-суховійне явище"; впроваджений коефіцієнт тепло-волого обміну, що дає можливість оцінити стан сільськогосподарських культур у період вегетації і гідрометеорологічну ефективність меліорацій. Він започаткував проблемну наукову гідрометеорологічну лабораторію на геолого-географічному факультеті ХНУ, і кожний рік проводились польові наукові дослідження фітоклімату сільськогосподарських полів у різних природних зонах України, а за останню чверть століття на Трав'янській зрошувальній системі у Харківській області.

Нашими роботами [Кобченко 1979, 1993, 1999, 2002, 2009] започаткований широкий географічний підхід до вивчення проблем гідрометеорологічного забезпечення сільського господарства; виконана моніторингова оцінка ролі природних процесів і антропогенних факторів природно-антропогенних систем; обґрунтовано поняття "фітопогодний комплекс" як об'єкт дослідження фітокліматології; розроблені структура, показники і систематизація фітопогодного комплексу; вивчаються проблеми впливу природних факторів на рівень сільськогосподарського виробництва, що дозволяє обґрунтованіше визначити вклад різних показників агрометеорологічних умов в оцінку рівнів врожайності сільськогосподарських культур.

Постановка завдання. У роботі ставиться мета – вивчити процес формування врожаю зернових культур і зокрема озимої пшениці у залежності від природних факторів. Оскільки степова Україна знаходиться в зоні недостатнього і несталого природного зволоження, завжди були актуальними питання раціонального використання природних ресурсів вирощування сільськогосподарських культур і визначення їх вкладу у процес формування врожаю. При дослідженні цих питань необхідно мати об'єктивну оцінку впливу різних факторів на рівень врожайності сільськогосподарських культур, тому у роботі визначаються наступні завдання: вивчити вихідні передумови дослідження цієї проблеми, проаналізувати рівень врожайності сільськогосподарських культур у Харківській області, визначити емпіричні зв'язки між врожайністю озимої пшениці і природними факторами, і зокрема погодними умовами.

Виклад основного матеріалу. Виробництво зерна у значній мірі залежить від природних факторів, і зокрема погодно-кліматичних умов. Необхідно мати на увазі, що на рівень врожайності даних культур впливають крім агротехнічних і організаційних заходів, також і погодні умови поточного року. Може статись, що на протязі року були вжиті всі необхідні заходи на відповідному агротехнічному рівні, але при несприятливих погодних умовах врожайність отримана нижча у порівнянні з оптимальними нормами. Розглядаючи статистичні ряди врожайності сільськогосподарських культур необхідно відзначити, що крім загальної тенденції підвищення врожайності за рахунок розвитку культури землеробства виникають і випадкові коливання врожайності за рахунок умов погоди кожного року, які необхідно враховувати.

Нами досліджувалось питання випливу погодно-кліматичних умов на стан росту і розвитку сільськогосподарських культур. В рамках наукової теми лабораторії гідрометеорологічного моніторингу ХНУ імені В.Н. Каразіна вивчаються питання ефективного використання природних ресурсів в процесі вегетації сільськогосподарських культур і ступеню впливу природних факторів і зокрема погодних умов на врожай сільськогосподарських культур.

Для визначення залежності приросту біомаси і врожаю зернових культур і зокрема озимої пшениці від погодних умов у даній роботі були використані як власні метеорологічні дані експедиційних досліджень, так і дані мережових метеостанцій Харківської області. Крім того використана інформація Головного статистичного управління Харківської області відносно врожайності озимої пшениці.

Озима пшениця належить до холодостійких культур, тому її насіння здатне проростати при температурі ґрунту 1-2°С. Використовуючи ці біологічні особливості озимої пшениці, її висівають восени і вегетація триває протягом осінньо-зимового періоду, і далі наступного року весною і влітку. Це дає можливість рослині в процесі вегетації повніше використати природно-ресурсний потенціал і більш оптимально проводити польові роботи. Найсприятливішим для сівби пшениці є календарний строк із середньодобовою температурою повітря 14-17°С. Більшість сортів озимої пшениці, районованих в Україні, відносно стійкі проти понижених температур в осінній, зимовий та ранньовесняний періоди. При доброму загартуванні восени вони витримують зниження температури на глибині

вузла кущення до 15°С морозу. Навесні, внаслідок зимового виснаження, вона часто гине при морозах усього близько 10°С. Особливо знижується її холодостійкість при різких коливаннях температури, коли вдень повітря прогрівається до 8-12°С, а вночі, навпаки, знижується до мінус 8-10°С.

Протягом вегетації сприятливою середньою температурою є 16-20 °С із зниженням у період кущення до 10--12°С та підвищенням при трубкуванні до 20-22°С, цвітінні і наливанні зерна – до 25-30°С. Для розвитку сильної кореневої системи кращою температурою ґрунту є від 10 до 20°С. Озима пшениця добре витримує високі температури влітку. Короткочасні суховії з підвищенням температури до 35-40°С не завдають їй великої шкоди, особливо при достатній вологості ґрунту.

Озима пшениця вимоглива до вологи культура, її насіння для набухання потребує 55-60% води від своєї ваги. За недостатньої вологості ґрунту рослини не кущаться і різко знижують продуктивність. Найбільш негативно впливає на врожай озимої пшениці нестача вологи в період виходу в трубку-колосіння, а також наливу зерна, коли потреба рослин у воді максимальна. Оптимальні умови для росту і розвитку створюються за вологості ґрунту не менше 75-80% від польової його вологоємкості. За період вегетації озима пшениця залежно від умов вирощування витрачає 2500-4000 $м^2$ води з 1 га.

Не завжди погодні умови поточного сільськогосподарського року відповідають біологічним вимогам культури відносно температурного режиму і кількості вологи протягом усієї вегетації. Погодні умови в роки, узяті для дослідження, коливаються у значних межах від року на рік як за кількістю опадів, і за їх розподілом, так і за температурним режимом впродовж осінньої та весняно-літньої вегетації озимої пшениці.

Для визначення характеру впливу агрометеорологічних умов на вегетацію озимої пшениці в роботі розглядаються статистичні ряди з урожайності цієї культури в Харківській області за період з 1975 по 2012 роки і кількість посушливих днів за вегетаційний період (табл.1). Цей період характеризуються підвищеною посушливістю погодних умов у період вегетації сільськогосподарських культур.

Таблиця 1

Статистичні показники врожайності озимої пшениці і кількість посушливих днів у Харківській області за 1975-2012 рр.

Роки	Урожайність	Посухи	Роки	Урожайність	Посухи
1975	15,1	42	1994	26,4	12
1976	34,5	12	1995	38,6	7
1977	25,7	18	1996	29,3	17
1978	30,5	14	1997	27,5	19
1979	17,9	57	1998	19,3	27
1980	26	8	1999	21,3	42
1981	19,2	18	2000	22,4	22
1982	28,4	11	2001	36,8	10
1983	26,7	25	2002	38,3	35
1984	20,8	28	2003	11,5	26
1985	21,6	26	2004	32,6	13
1986	22,5	41	2005	37,1	18
1987	31,3	12	2006	22	27
1988	29	21	2007	28,1	33
1989	35,8	6	2008	46,4	12
1990	38,6	10	2009	31,2	24
1991	34,2	8	2010	20,2	35
1992	19,4	20	2011	36,6	16
1993	28,5	11	2012	28,6	21

Наведений статистичний ряд врожайності озимої пшениці у Харківській області за період з 1975 по 2012 роки показав, що фактична врожайність коливається в межах від 11.5 до 46.4 ц/га, середня врожайність за розглянуті роки складала 27.3 ц/га. Мінімальна врожайність 11.5, 15.1 і 20.1 ц/га припадає відповідно на 1975, 2003 і 2010 роки, а максимальна – 36.8 і 46.4 ц/га на 2001 і 2008 роки.

Досить низька врожайність зазначених років визначається несприятливими агрометеорологічними умовами цих років. Так, наприклад,

погодні умови сівби і розвитку озимої пшениці під урожай 2003 року склалися несприятливо. Ще з осені 2002 року різке зниження температури повітря, що сталося при безсніжжі привело до значного промерзання ґрунту (-16°С) на глибині залягання вузла кущіння. Озимина увійшла в зиму мало загартована. Це привело до пошкодження, вимерзання і загибелі рослин озимої пшениці на площі до 40%. У період з 10 квітня по 20 червня на всій території області тривала спека і суховійні процеси утримувалися до 30 днів, що перевищувало норму у 5 разів. Орний шар ґрунту був зовсім сухий. Такі несприятливі погодні умови негативно вплинули на налив і формування зерна і зумовили незворотні процеси впливу на урожай, який становив у середньому по області тільки 11.5 ц/га.

Також несприятливими для вирощування озимої пшениці агрометеорологічні умови склалися протягом 1975, 1979, 1992, 1998 2010 років.

Для аналітичного обґрунтування характеру впливу погодних умов на вегетацію озимої пшениці нами застосовані методи математичної статистики. Одне з основних завдань статистики полягає у дослідженні цих процесів у часі, тобто вивчення процесу розвитку явищ. Числові дані що характеризують такі процеси і явища, утворюють ряди динаміки. Рядом динаміки у статистиці називається ряд чисел, який характеризує зміну величини явища в часі. Це ряд

Таблиця 2

Динаміка врожайності озимої пшениці по Харківській області за 1975-2012 рр.

Роки	Врожайність, ц/га	Різниця 2 років, ц	Періоди	Середня врожайність ц/га	Різниця 2 серед.років ц
1975	15.1				
1976	34.5	- 8.8	1975-1977	25.1	+ 5.1
1977	25.7	+ 4.8	1976-1978	30.2	- 5.5
1978	30.5	- 12.6	1977-1979	24.7	+ 0.1
1979	17.9	+ 8.1	1978-1980	24.8	- 3.8
1980	26.0	- 6.8	1979-1981	21.0	+ 3.5
1981	19.2	+ 9.2	1980-1982	24.5	+ 0.3
1982	28.4	- 1.7	1981-1983	24.8	+ 0.5
1983	26.7	- 5.9	1982-1984	25.3	- 2.3
1984	20.8	+ 0.8	1983-1985	23.0	- 1.4
1985	21.6	+ 0.9	1984-1986	21.6	+ 3.5
1986	22.5	+ 8.8	1985-1987	25.1	+ 2.5
1987	31.3	- 2.3	1986-1988	27.6	+ 4.4
1988	29.0	+ 6.8	1987-1989	32.0	+ 2.5
1989	35.8	+ 2.8	1988-1990	34.5	+ 1.7
1990	38.6	- 4.4	1989-1991	36.2	- 5.5
1991	34.2	- 14.8	1990-1992	30.7	- 3.3
1992	19.4	+ 9.1	1991-1993	27.4	- 2.6
1993	28.5	- 2.1	1992-1994	24.8	+ 6.4
1994	26.4	+ 12.2	1993-1995	31.2	+ 0.2
1995	38.6	- 9.3	1994-1996	31.4	+ 0.4
1996	29.3	- 1.8	1995-1997	31.8	- 6.4
1997	27.5	- 8.2	1996-1998	25.4	- 2.7
1998	19.3	+ 2.0	1997-1999	22.7	- 1.7
1999	21.3	+ 1.1	1998-2000	21.0	+ 5.8
2000	22.4	+ 14.4	1999-2001	26.8	+ 5.7
2001	36.8	+ 1.5	2000-2002	32.5	- 3.6
2002	38.3	- 26.7	2001-2003	28.9	- 1.4
2003	11.6	+ 21.0	2002-2004	27.5	- 0.4
2004	32.6	+ 4.5	2003-2005	27.1	+ 3.5
2005	37.1	- 15.1	2004-2006	30.6	- 3.3
2006	22.0	+ 6.1	2005-2007	27.3	+ 4.9
2007	28.1	+ 18.3	2006-2008	32.2	+ 3.0
2008	46.4	- 15.2	2007-2009	35.2	- 8.6
2009	31.2	- 11.1	2008-2010	26.6	- 6.6
2010	20.1	+ 24.5	2009-2011	20.0	+ 6.5
2011	26.6	+ 2.0	2010-2012	26.5	
2012	28.6				

послідовно розташованих у хронологічному порядку значень показника, який у своїх змінах відображує хід розвитку досліджуваного явища.

Рівні ряду динаміки формуються під впливом постійно діючих факторів, пов'язаних з інтенсифікацією сільськогосподарського виробництва, так і під впливом випадкових причин окремих періодів. Закономірності розвитку в рядах динаміки визначають абстрагуванням від випадкових змін досліджуваних ознак. Для цього використані: метод укрупнення періодів, спосіб ковзної середньої, вирівнювання ряду динаміки по середньому абсолютному приросту.

Для виявлення загальної тенденції, представленої таблиці динамічного ряду врожайності озимої пшениці у Харківській області, використаний метод укрупнення інтервалів (багаторічна середня) і метод змінних середніх. Використовуючи метод укрупнення інтервалів, в нашому прикладі були взяті середні рівні врожайності по трьохрічному ряду, вважаючи, що в них частково згладжуються випадкові коливання врожайності за рахунок різних умов, в тому числі і погодних (табл. 2).

Аналіз врожайності озимої пшениці по області показав, що за відповідний період відсутня тенденція підвищення врожайності, більше того сума різниць має від'ємне значення. Якщо відповідний ряд розділити на дві частини 1975-1994 рр. і 1995-2012 рр., то можна визначити тенденцію зниження врожайності в другому випадку, тому що число від'ємних різниць становить 9 з 19, і підвищення в першому випадку, де кількість позитивних різниць склало 12 з 18.

Це варіювання залежить від багатьох факторів, провідне місце серед яких належить погодним умовам. Для визначення функціонального зв'язку врожайності зернових культур з погодними умовами нами розглядались число посушливих днів.

Для визначення функціонального зв'язку врожайності зернових культур з числом посушливих днів нами розрахований коефіцієнт кореляції. При цьому тіснота зв'язку між ними виявилась дуже високою, на що вказує коефіцієнт кореляції, який дорівнює 0,67-0,80.

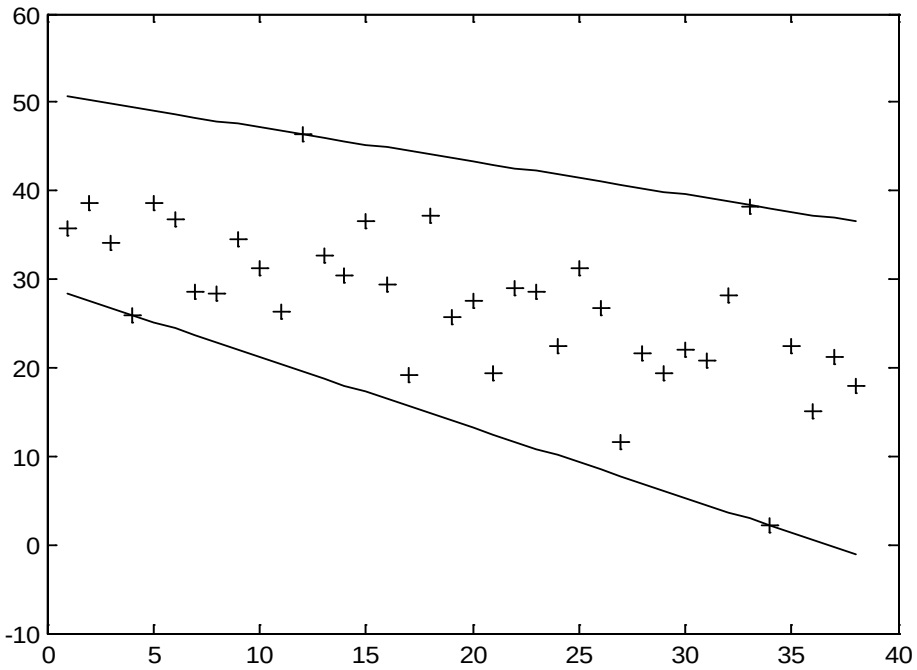

Рис. 1. Залежність величин врожаю зернових культер (*y*, вісь орденат) від кількості днів з посушливими явищами (*H*, вісь абсцис)

За даними багаторічних експедиційних спостережень було виявлено, що кількісна залежність врожаю від числа посушливих днів має лінійний багатопараметричний вигляд. Нами відпрацьована гіпотеза про вид функціональної залежності між цими ознаками. Вони були нанесені на площині у декартовій системі координат і використавши побудову стандартних графіків було встановлено, що функціональна залежність відхилення врожайності культур від середнього по області і кількістю посушливих днів відноситься до лінійного типу (рис. 1).

Цей тип було встановлено таким:

Y=a-b(x-c). Застосувавши спосіб найменших квадратів, розв'язано нелінійну систему рівнянь і одержано такі конкретні рівняння для рівнення нижньої лінії:

$$y = 26 - 0.8852 \cdot (x - 8).$$

рівнення верхньої лінії:

$$y = 46.4 - 0.8241 \cdot (x - 12).$$

де: *Y* – відхилення врожаю від середнього по області; *X* - кількість днів з посушливими погодними умовами.

Ця залежність зв'язків розвитку рослин та їх урожаю з провідними факторами життєзабезпечення рослин може розглядатись як фізико-статистична модель залежності врожаю від гідрометеорологічних факторів. Розкриття кількісних зв'язків в системі "грунт-рослина-повітря"складає основу прогнозування врожаю.

Зроблені розрахунки стверджують те, що між врожайністю культур і гідрометеорологічними факторами існує тісний зв'язок. Це у певній мірі підтверджується і результатами розрахунків кореляційних зв'язків, приведених у таблиці, графічних матеріалах і підтверджуються критеріями вірогідності, обумовленими правилом трьох сігм. Це також вказує на високу ступінь зв'язку природно-господарських ознак. Розкриття кількісних зв'язків врожаю з погодними факторами дозволяє зробити розрахунок врожаю культур в кожному конкретному випадку. Ця методика може скласти основу прогнозування врожаю сільськогосподарських культур.

Висновки. На основі проведеного дослідження відносно залежності зв'язків розвитку рослин та їх урожаю від провідних факторів життєзабезпечення рослин можна зробити наступні висновки:

1. У цілому погодно-кліматичні умови Харківської області сприятливі для вегетації зернових культур.

2. У окремі періоди, під впливом атмосферних процесів, створюються умови для формування посушливо-суховійних явищ. Інтенсивні посушливо-суховійні явища спостерігаються кожні три роки, катастрофічні кожний 10 рік.

3. Аналіз погодно-кліматичні умов за останнє 37-річчя показав , що найбільш тривалі посушливо-суховійні явища спостерігались протягом 1975, 1979, 1981, 1984, 1992, 1998, 2003, 2010 років. Врожайність озимої пшениці становив менше 20 ц/га.

4. Розглянутий ступінь впливу погодних умов на урожайність зернових культур. Розрахунки коефіцієнту кореляції показали високий ступінь звязку (0.67-0.85) врожайності зернових культур і погодних умов.

5. Кількісна залежність врожаю від погодних умов визначена регресійним анализом Ця методика може скласти основу прогнозування врожаю сільськогосподарських культур .

Література

1. *Адаменко Т.С. Гідрометзабезпечення агропромислового комплексу України // Матеріали семінару з агрометеорології. – Київ, 2003. – С. 3-7.*
2. *Дмитренко В.П., Строкач Н.К. Наслідки і проблематика агрометеорологічних досліджень УкрНДГМІ за піввіковою участю випускників ОГМІ // Гідрометеорологія і охорона навколишнього середовищає. – Одеса, 2003. – 281 с. (с. 224-229).*
3. *Исаев А.А. Прикладная климатология. – М.: МГУ, 1989. – 89 с.*
4. *Кобченно Ю.Ф. Географо-мелиоративный мониторинг природных комплексов Левобережной Уираини. Харьков, Харьк. ун-т, 1993. – 119 с. – Деп. в ГНТБ Украины. 458–Ук 93.*
5. *Кобченно Ю.Ф. Мониторинговая оценка фитопогодных комплексов в функционировании природно-агромелиоративных систем // Весн. Харьк. ун-та, 1999. –№ 402. – С. 129-133.*
6. *Кобченко Ю.Ф., Резуненко В.А., Люсин С.В., Солоха Е.А. Моделирование процессов формирования биомассы и урожая сельскохозяйственных культур. // Применение персональных компьютеров в научных исследованиях и учебном процессе. – Харьков : ХНУ, 2002. – С. 44-45.*
7. *Кобченко Ю.Ф. Методы статистической обработки и анализа информации и их применение. //Матеріали конференції «Проблеми безперервної географічної освіти і картографії». – Харьков, ХНУ, 2009. – С.43-48.*
8. *Ковальчук П.І. Моделювання навколишнього середовища. – К.: Либідь, 2003.*
9. *Полевой А.Н. Теория и расчет продуктивности сельскохозяйственных культур. – Л.: Гидрометеоиздат, 1983. – 175 с.*
10. *Сиротенко О.Д. Математическое моделирование водно-теплового режима и продуктивности агроэкосистем. – Л.: Гидрометеоиздат, 1981. – 167 с.*
11. *Чирков Ю.И. Агрометеорология. – Л: Гидрометеоиздат, 1979. – 320 с.*
12. *Чубуков Л.А. Комплексная климатология. – М.: Изд-во АН СССР, 1949. – 96 с.*
13. *Щербань М.И. Микроклиматология. – К.: Наукова думка, 1978. – 278 с.*