

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационния труд за придобиване на научната степен „доктор“
на Бернардо Лизама Ривас
от проф. дтн. инж. Оханес Сантурджиян

1. Кратко описание на докторанта. Информация за изпълнение на необходимите процедури и изисквания за допускане до защита

Бернардо Ривас е завършил Одеския Хидрометеорологичен институт, специалност «Океанология, хидрология и метеорология» през 1980 г. Оттогава досега работи в НИМХ, секция «Хидрология, на повърхностни и подземни води». Бил е на два няколко месечни курса за следдипломна квалификация по хидрометеорология и хидрология в Израел и Чехия. Преминал е през три курса на докторантската образователна програма по темата и е издържал три докторантски изпита - по специалността, компютърни умения и западен език. Може да се счита, че той е получил в пълна степен необходимите фундаментални знания за разработване на дисертационната тема. След представяне пред специализирания семинар има решение за откриване на процедура за защита.

2. Кратко описание на обема и съдържанието на труда и обща оценка.

Представената разработка съдържа 115 страници текст, включващ графики и фигури и списък на ползвана литература с 256 заглавия, от които 66 на кирилица и останалите на латиница. Съдържанието е разпределено в 4 глави, има увод, изводи и научни приноси и е в съответствие с изискванията на Правилника на НИМХ за приложение на ЗРАСРБ. Трудът е оформен съгласно общоприетите изисквания. Описанията са съдържателни и сбити без клишетата. Проличава добросъвестно отношение към решаването на проблема, винаги се цитират източниците, прилагат се множество проверки на решенията.

3. Същност на представената разработка, цели. Актуалност и практическа значимост на темата, използвани методи, постигнати резултати.

Тема на дисертацията е оценката на годишни максимални водни количества $Q_{\max, p\%}$ с избрана обезпеченост $p\%$ в зададени пунктове на речната система на района на Южното Черноморие при наличие или липса на многогодишни измервания на $Q_{\max}$. Цел на труда е извеждането на формули за определяне на $Q_{\max, p\%}$ в произволен пункт на поречието в региона в зависимост от желаната обезпеченост $p\%$ и площта F на водосбора във вид $Q_{\max, p\%} = Q(p\%, F)$

Актуалността на темата е безспорна. Резултатите от нея имат важна практическа стойност както за конкретния регион, така и по принцип като методически подход при решаването на този проблем за други райони на страната. Оценката на максималния отток за нуждите на практиката изисква сериозни специализирани познания и творчески подход и независимо от всички написани методични ръководства фактически представлява научно-приложна разработка.

За да стане ясен приноса на докторанта ще изложа съвсем сбито според моето разбиране същността на проблема, използваните досега у нас методи и използвания от него подход за решението му.

Определянето на валидна за всеки речен пункт, обща за ограничен регион зависимост от вида $Q_{\max,p\%}=Q(p\%,F)$, въз основа на многогодишни измервания в група от хидрометрични станции може да се извърши ако:

- съществува голямо подобие във факторите формиращи максималния отток (дъжд, температура, отточни условия) във водосборите на станциите в групата и
- има изразена зависимост на модула на максималния отток (или $Q_{\max,cp}$) от площите им F .

Тези две условия се дефинират като наличие на хомогенност на региона. Математически това означава наличие на различаващи се само по мащабния фактор, но еднотипни и близки по параметри теоретични функции на разпределение на вероятностите на годишните $Q_{\max}$, извлечени от емпиричните разпределения във всяка станция от групата.

Хомогенността по отношение на формирането на $Q_{\max}$, на даден регион, обхванат от група от ХМ станции преди всичко трябва да се прецени с изучаване на физикогеографските и климатичните условия формиращи оттока. Количественото му установяване и намирането на обща зависимост от типа $Q_{\max,p\%}=Q(p\%,F)$ може да стане по различни по-опростени или по-строги методи.

Най-простите методи за определяне на регионални теоретични криви на обезпечеността на максималния отток, се свеждат до търсене на такава аналитична функция, която най-добре апроксимира емпиричните криви на обезпечеността $K_{p\%}=Q_{\max,p\%}/Q_{\max,cp}$ на всички станции от групата. В резултат на близостта на оттокоформиращите фактори на водосборите им тези графики имат близки стойности и образуват тесен сноп от криви. Определянето на параметрите на аналитичния израз може да стане най-добре чрез регресионен анализ. Методът е сравнително прост и ясен, но подобрите аналитични криви на обезпечеността са достатъчно надеждни за периоди на повторение близки до периода на емпиричните данни, примерно 100 години, но за по-екстремни екстраполации отклоненията са неоценени.

По-прецизен подход според рецензента би се постигнало чрез използване на известни в теорията на вероятностите трипараметрични разпределения при определяне на параметрите посредством метода на моментите. Това би могло да стане или чрез осредняване на моментите на емпиричните разпределения на станциите от групата, приета окомержно за хомогенна, или чрез определяне за всяка станция по една еднотипна теоретична функция чрез нейните моменти и на тяхна основа определяне на регионалната функция чрез осредняване на параметрите. Този подход крие редица затруднения свързани с оценка на апроксимацията на функцията към емпиричните данни и доверителните интервали на екстремните квантили.

С цел стройна и цялостна математическа оценка на всички елементи на определянето на регионални зависимости за $Q_{\max,p\%}$ през 90-те години на миналия век е разработена теорията и инструментариумът наречен регионален честотен анализ с използване на L – моментите от Хоскинг и Уолис. Тя се опира на много предишни разработки в областта от други автори. Основната част от дисертацията с теоретико-математически характер, в която се извършват всички количествени оценки, представлява овладяване и приложение на тази методика от страна на докторанта за конкретен район, съдържащ няколко поречия.

Същността на методиката се състои първо в доказване на хомогенността на групата с ХМ станции и след това подбор на типа и определяне на параметрите на обща за всички станции функция на разпределение на вероятностите на случайната променлива, в случая $Q_{\max}$

Основен инструмент на методиката са L-моментите. Те са подобрена форма на обикновените моменти. Моментите до 4-ти ред оценяват основни свойства, характеризиращи разпределението на вероятностите на случайната величина като средна стойност, дисперсия, асиметрия и ексцес. Изчислени въз основа на емпиричните разпределения на данните от измерванията те служат за оценка на техния характер. Изравняването им със стойностите, изчислени чрез формулите на теоретичните функции, дава възможност за подбор на подходящ тип теоретични разпределения и съответно определяне на параметрите на аналитичните им изрази. Това е същността на метода на моментите, в случая L-моментите.

Методиката за регионализация на Хоскинг, приложена в труда, се реализира на следните етапи:

- Етап 1 - оценка на хомогенността на групата чрез тест за съответствие за всяка станция към нея и тест за хетерогенност на групата станции. Тези оценки се извършват посредством емпиричните L-моменти за всяка станция. Критерият за хомогенност се основава на оценка на дисперсията на коефициентите на вариация на данните от всички станции и включва също и оценка на статистиките на тази дисперсия. Последното отчита в скрит вид броя на станциите и дължината на редиците в тях.

- Етап 2 - определяне на стойността на общите за региона емпирични L-моменти чрез осредняване на същите, определени за всички станции поотделно. Така се извършва тяхното обединяване, а не чрез събиране на данните от всички станции в едно множество, което е абсурдно.

- Етап 3 - посредством осреднените за групата емпирични L-моменти се прави подбор на типа на функцията на теоретично разпределение от набор от няколко такива трипараметрични функции. Трите параметъра на всяка от тези функции се определят от чрез изравняване на първите им три L-момента с емпиричните такива. Изборът на най-подходящата функция се извършва въз основа на близостта на нейния четвърти L-момент до емпиричния такъв защото при три еднакви L-момента видовете функции се различават по четвъртия L-момент. Изборът на най-подходящата функция става визуално чрез графиките на диаграмите на връзката между L-коефициентите на ексцеса и на асиметрията, построени от Хоскинг. Избира се тази функция, чийто L-ексцес при определената стойност на L-асиметрията е най-близък до емпиричния L-ексцес. Верността на подбора или степента на апроксимация се оценява чрез разликата между коефициента на L-ексцеса на така избраната теоретична функция и емпиричната такава на групата станции. Този вид проверка методиката очевидно приема по надеждна от критерия на Колмогоров или $\rho\omega^2$ при традиционния метод на подбор на най-подходящи теоретични разпределения.

- Етап 4 - Определяне на параметрите на избраната функция чрез система уравнения изравняващи теоретичните и емпиричните L-моменти и окончателно определяне на формулата $Q_{\max,p\%} = Q_{\max,cp} K_{p\%}$.

- Етап 5 - чрез регресионен анализ се определя формула от вида $Q_{\max,cp} = aF^b$ за определяне на $Q_{\max,cp}$ чрез площта на водосбора.

В крайна сметка се получава формулата $Q_{\max,p\%} = K_{p\%} \cdot aF^b$, валидна за цялата площ на региона, която е **основния резултат от дисертационния труд**.

В изчислителната процедура е включена и статистическа оценка на точността на различните величини, определени при честотния анализ. За целта, вероятно чрез използване на теоретични функции за генериране на данни и метода Монте Карло, се симулират изкуствени множества с $Q_{\max}$ на голям брой групи станции със същия брой и период на емпиричните редици.

Такава оценка е направена и за регионалните квантили на $Q_{\max}$, чрез симулиране на 10000 района с данни, идентични по брой и дължина на оригиналния район. Получените множества от 10000 члена за всеки квантил позволяват да се определи средната им стойност. Тя се сравнява с квантилите изчислени чрез регионалната зависимост и се прави оценка на отклонението. Получават се и доверителните интервали с ниво на значимост 5%. Тези изчисления позволяват да се получи оценка на точността и на възможните отклонения на резултатите получени чрез регионалната функция, което е особено важно за екстремно ниските вероятности.

Докторантът е проучил и усвоил в детайли описаната методика, добил е вероятно от Интернет програмните продукти за реализацията ѝ и ги е приложил за извеждане на регионална зависимост за района на Южното Черноморие. Това е описано в 4 глава на труда. В допълнение към оценката в глава 2 е направена подробна характеристика на оттокоформиращите фактори – речна мрежа, релеф, геоложки строеж, климат, а в глава 3 - е извършен анализ на хидроложките данни и хидроложкия режим на реките в района като е изследвана представителността и хомогенността на множествата на максималния отток в разглежданите станции. В глава първа се прави много обширен литературен обзор на развитието на проблематиката.

3. Публикуване на резултатите

По темата докторантът има 5 публикации, в които фактически той е основен автор – 3 в научни списания и 2 в сборник доклади на семинари в България.

4. Автореферат

Той отговаря по съдържание на дисертацията, но накрая не са описани приносите.

5. Самостоятелност на разработката.

Няма основание да се счита, че постиженията и цялата разработка не са лично дело на докторанта. Доколкото познавам научната общност у нас засега владееенето на методиката е негов монопол.

6. Критични бележки и препоръки за бъдеща работа по проблема

Разглежданата материя е сравнително сложна, трудът е сериозен, проблемът е със съществено значение за практиката, поради което заслужава особено внимание и критичен поглед. В този смисъл съм изложил по-долу редица по-важни по мое мнение критични бележки, много от които могат да имат значение за докторанта при решаване на проблеми от същия характер.

Една част от бележките се отнася до съдържанието на дисертацията, а друга част разглежда надеждността на получената от автора регионална зависимост като продукт за непосредствено практическо ползване.

Като общ недостатък на дисертацията считам липсата на достатъчно обяснения, критичен коментар и осмисляне на теоретичната същност и практическата ефективност на използвания метод и отделните му елементи, а също и на материала в обширния, но доста хаотичен литературен обзор. Липсват също и обяснения на метода на някои изчислителни процедури като например начина за изчисление на параметрите на теоретичното разпределение, на симулациите чрез Монте Карло и други. Липсва описание на ползваните програмни продукти. Това прави дисертацията по-малко полезна като източник на знания по темата, което е и една от целите на такъв труд. Много общо са описани

оценките на представителността на множествата от наблюдавани $Q_{\max}$ в станциите.

Получената зависимост не е изпробвана за изчисление на $Q_{\max.p\%}$ за поне един пункт от региона за да се направи преценка за реалистичността на резултата. Верификацията на регионалната честотна зависимост чрез изключване по една станция от групата е по-скоро изследване на чувствителността по отношение на отделните станции на оценката на параметрите на разпределението, отколкото верификация. Последната трябваше да се направи чрез приложение на регионалната функция за изчисление на членовете на редиците на всяка от станциите и тогава щеше да се види колко голямо е разхождането между измереното и изчисленото в някои станции. В тази връзка ще изразя съмнението си относно логичността на твърдението, че регионалната зависимост води до по-голяма точност при определянето на максималния отток в ХМ станции, отколкото локалната такава. Това може да е вярно само ако редицата в ХМ станция е по-къса или вариацията на данните е доста по-голяма от средната за региона. Приведеният пример с ХМ станция Зидарево на р. Факия показва точно това. Коефициентът на вариация там е доста по-голям от средния за региона и се дължи на екстремна стойност на $Q_{\max}$, близо 5 пъти надвишаваща тази на следващия по големина член на емпиричната редица. Обезпечеността на този член, ако не е определен погрешно (при надстоящата ст. Факия на същата река на същата дата няма екстремна стойност на $Q_{\max}$), е много по-малка от тази, която му следва от емпиричната зависимост на обезпечеността на наблюдаваните в станцията данни. Това води до извода, че даже и да принадлежи на генералната съвкупност за тази станция това събитие не принадлежи на извадката, представена от тези данни.

Основният въпрос е дали получената чрез използваната сложна, математически формализирана евристична методика с най-различни статистически оценки на вероятностни величини с приети критерии и проверки, сама без други оценки, е достатъчно надеждна за определяне на квантилите на максималния отток в произволни пунктове на реките в региона.

Главната цел на регионалната зависимост е приложението ѝ за пунктове от реките, където няма измервания. При разглеждания регион групата станции, с изключение на тези на р. Велека и Факийска, обхваща горните течения на реките. Областта без измервания има повече равнинен характер и е доста по-различен от областта с измервания. Би трябвало да се оцени как се отразява този факт на реалността на регионалната зависимост.

Регионалната формула за $Q_{\max.p\%}$ се състои от произведението на два компонента.

Първият компонент определя зависимостта на $Q_{\max.p\%}$ от периода на повторение. Той отразява влиянието на средния коефициент на вариация и на асиметрия на региона. Може да се допусне, че асиметрията, като характерно свойство на максималния отток, се очаква да не се променя много в цялата област. Коефициентът на вариация, обаче, който зависи предимно от максималния дъжд и условията на оттичане, в хомогенен район трябва да има близки стойности както при станциите от групата, така и в областта на долното течение на реките, т.е. в цялата област.

От приведените данни се вижда, че разликата между коефициентите на вариация в групата достига до 100%. Вариацията на тези коефициенти не е показана в труда, но тя е близо до 0,4, стойност приета в методиката за гранична за приемане на хомогенност. Един оглед на данните би дал възможност за отстраняване от групата на станциите с необичайна вариация, или корекция на

данните като например при с. Зидарево, с което ще се подобри оценката на средната вариация за региона.

За това доколко се запазва вариацията в долното течение на реките може да се съди по данните на станциите на р. Велека – с.Звездец в горното и с. Граматиково в средното течение. Те имат почти еднаква вариация, което може да се счита за нормално. Подобен резултат би се получил и за р. Факийска за станциите при с. Факия и Зидарево, ако се елиминира изключителния максимум през 1983 г.

От гореизложеното следва да се допусне, че релефът на региона не влияе много на първия компонент на регионалната зависимост при реалистично определяне на средната вариация.

Вторият компонент отразява зависимостта на $Q_{\text{макс.ср.}}$ от площта на водосбора и има съществено значение за валидността на регионалната зависимост. Съществен белег за хомогенност е близостта на отточните модули на максималния отток. Трябва да има също добре изразена връзка между отточния модул на максималния отток и площта F на водосбора, като той трябва да намалява с увеличаване на площта. Наличието на тези характеристики трябва първо да се прецени чрез приблизителен оглед на данните. Това всъщност не е направено.

При подробното физикогеографско описание на поречията в региона в глава 2 липсва преценка на отточните свойства на водосборите. Би било доста полезно от практическа гледна точка, ако в глава 3 беше направен един прост коментар и сравнение на данните за модула на максималния отток на отделните поречия. Тази оценка е от съществено значение за преценяване на реалната хомогенност на региона и изключване от групата на несъответстващите станции. От приведените данни се вижда, че в групата този модул между някои станции се различава до 25 пъти. Също връзката му с площта на водосборите не е едноточна в цялата област. В някои малки водосбори модулът се увеличава с площта им вместо обратното. Получената ф-ла 4.53 за връзката $Q_{\text{ср.макс}}=f(F)$ води до многократно по-големи $Q_{\text{ср.макс}}$ от наблюдаваните при някои от станциите. Това се дължи както на недобрата апроксимация на данните чрез регресионната формула, така и на голямата дисперсия на данните, което нямаше да се получи при изключване на някои станции и корекция на редиците.

При тези констатации може да се предполага, че изведената регионална зависимост в дисертацията би довела до съществено надценяване на $Q_{\text{макс.р\%}}$ в долната част на течението на реките в региона, което поставя под съмнение приложението ѝ за целия регион.

Тези бележки показват, че приложението на иначе математически издържаната и цялостна методика за регионален честотен анализ не може да доведе до надеждни резултати, ако не се съпровожда от внимателна логическа преценка на данните. В този ред на мисли, може да се каже, че определянето на квантилите на максималния отток в пунктове без измервания и далеч от ХМ станции е трудна по принцип задача и изисква многостранна преценка и етапен подход. Извършеното от докторанта може да се счита като първо приближение, първи, но много важен етап от нея. В следващите етапи може да се търси по-голямо хомогенизиране на групата като се изключат станциите, които явно не ѝ принадлежат, въпреки теста за съответствие.

Поради голямата степен на неопределеност на задачата решението трябва да се търси в посока на сигурността. За последното има значение и целта, за която се прави оценката. Ако тя е оразмеряване на облекчителни съоръжения на язовирни стени едно по-голямо отклонение на страната на сигурността не е беда

тъй като няма да доведе до съществено увеличение на капиталовложенията, а и щетите при недооценка са катастрофални. Когато, обаче, се отнася за строителство на много километри диги и корекции на реки оценката трябва да бъде колкото може по-реалистична и да се правят вариантни сметки. Въобще инженерната цел и използваната методика трябва да са взаимно съобразени при оценката на максималния отток. При не особено категорични признаци за хомогенност на региона, като разглеждания случай, инженерната оценка изисква по внимателно и по-всестранно разглеждане на проблема с определянето на $Q_{\max, p\%}$. Уместно е като алтернатива и възможност за сравнение да се използва и елементарния модел валеж-отток на Алексеев, заложен в методичното ръководство на Герасимов. Географската изученост на района и данните от 9-те станции дават възможност за по-лесен подбор на най-важната данна - отточния модул.

7. Постижения и научни приноси

Въпреки обширната критика трябва да се отбележи, че докторантът има сериозни постижения и е положил огромен труд. Трябва особено да се подчертае, че въз основа на повече от обхванат преглед на световната литература той е усвоил съвременен световно утвърден метод за оценка на максималния отток - метода за регионален честотен анализ на Хоскинг. Това означава достигане на високо образователно ниво в материята, което е част от изискванията за придобиване на степента „доктор“. Методът е цялостно приложен за решаване на практически проблем. Успешната практическа реализация на съвсем опростено представената в рецензията сложна изчислителна процедура, ползваща различни изчислителни средства и оценки, без съмнение е научно постижение. В съчетание с физико-географските и хидроложките характеристики и анализи на района и получените зависимости, предназначени за практическо ползване, те очертават дисертационния труд като такъв със значителни научно-приложни постижения и приноси към решаването на проблема за определяне на регионални зависимости за оценка на максималния отток.

8. Заключение

Според изискванията на Правилника на НИМХ за приложение на ЗРАСРБ дисертационният труд трябва да съдържа научни или научноприложни резултати, които представляват оригинален принос в науката. Дисертационният труд трябва да показва, че кандидатът притежава задълбочени теоретични знания по съответната специалност и способности за самостоятелни научни изследвания. **Считам, че представеният дисертационен труд удовлетворява напълно тези изисквания. Направените критични бележки не намаляват значението на описаните по-горе приноси и постижения и не променят оценката на труда с оглед качествата му за придобиване на научната степен. Затова препоръчвам на уважаемите членове на Научното жури да присъдят на Бернардо Лизама Ривас научната степен „Доктор“.**

24.04.2014
София

Рецензент:

Проф. дтн. инж. Оханес Сантурджиян