

# Справка

за най-важните постижения на проф. дмн Николай К. Витанов

и тяхното значение за развитието на науката и културата и/или  
за материалното и/или духовното обогатяване на българския народ и  
българската държава

## **1) Постигания в областта на теорията на нелинейните вълни**

Разработен е методът на простите уравнения (SEsM – Simple Equations Method) за намиране на точни решения на нелинейни частни диференциални уравнения. В този метод се търсят точни решения на нелинейни частни диференциални уравнения, построени от решения на по-прости уравнения. В методологията се използва едно или повече уравнения на баланса, от които се определя вида на простите диференциални уравнения, които следва да се използват и същевременно се определя формата на решението на изследваното нелинейно частно диференциално уравнение като функция на решенията на простите уравнения. За целите на метода е предложена функция, която е решение на клас от възможни прости уравнения и съдържа като частни случаи например тригономичните функции, хиперболичните функции и елиптичните функции на Якоби и Вайерщрас. Доказани са теореми, свързани с приложението на разработената методология. Получени са редици точни решения на неинтегруеми нелинейни частни диференциални уравнения и значителна част от тези решения са уединени вълни. Значението на тези резултати е за развитието на теорията за получаване на точни решения на неинтегруеми нелинейни частни диференциални уравнения и за научно-приложните задачи, в които тези уравнения се използват за моделиране. В допълнение получените точни решения могат да се използват за проверка на коректността на компютърни програми за решаване на задачи, основани на моделиране чрез нелинейни частни диференциални уравнения. Получено е доказателство за наличие на динамика от тип бризер в при много високи водни вълни (freak waves). Показано е, че методът на Хирота е специфичен случай на SEsM, а също че SEsM е свързан с метода на обратната задача на разсейването.

SEsM е методология, разработвана в България на основата на идеите на кандидата. Тази методология придобива окончателните си очертания в последната година. Чрез нея се обогатява българската математическа наука и се прави принос към международната математическа наука. Това води до издигане на престижа на българската математика и българската наука, тъй като е показано, че SEsM има връзка с други мощни методи за получаване на точни мултисолитонни решения на нелинейни частни диференциални уравнения. Математическите постижения на един народ са тясно свързани и с културните му постижения. Така SEsM обогатява и българската култура.

## **2) Постигания в областта на вариационната теория на турбулентността**

Вариационната теория на турбулентността е нагледен пример за приложение на методите на теорията на вариациите към механиката на флуидите. Постиганията, свързани с тази теория са както следва. Разработена е аналитична асимптотична теория и са проведени числени изследвания за горните граници на топлопреноса чрез турбулентна топлинна конвекция през слой флуид нагряван отдолу при наличие на различни комбинации на гранични условия на долната и горната повърхност на флуида. Повечето от съответните резултати са получени самостоятелно, а тези, които са в съавторство, са получени само с един съавтор – проф. Бусе, който е един от основателите на вариационната теория на турбулентността (optimum theory of turbulence). Самостоятелно е построена аналитична асимптотична теория за горните граници на топлопреноса чрез топлинна конвекция през порест слой, изпълнен с флуид и са получени редица аналитични

резултати за зависимостта на числото на Нуселт от числото на Рейли. Числено е потвърдена аналитичната теория за горната граница на топлопреноса чрез турбулентна топлинна конвекция, получена от другия основател на вариационната теория на турбулентността – проф. Хауърд. Тези числени изследвания са проведени самостоятелно. Значението на получените резултати е: (а) методологично – потвърдени са аналитичните резултати на класиците на вариационната теория на турбулентността, (б) – теоретично – получени са редица нови резултати в областта на вариационната теория на турбулентността, включително и аналитични такива, което се среща доста рядко в наши дни; (с) – практическо – всяка теория, която води до стойности на топлопреноса, по-високи от получените горни граници е грешна, както е грешно и всяко измерване, водещо до стойности на топлопреноса, по-високи от съответната горна граница. В допълнение към резултатите по турбулентна топлинна конвекция са получени и резултати (аналитични и числени) за горните граници на дисипацията на енергията в срязващо течение, подложено на действие на ротация.

Аналитични резултати в теорията на турбулентността се постигат трудно и всеки един народ, който има такива, може да се гордее с тях. В това отношение България се нарежда достойно до страни с големи традиции в областта на механиката на флуидите. Постиженията в тази област имат и непосредствено практическо значение, тъй като показват, какво максимално количество от съответната величина може да бъде транспортирано през съответната флуидна система. Оттук веднага се вижда какво е възможно и какво е невъзможно по отношение на транспорта през флуидни системи.

### **3) Постижения в областта на математическата теория на сложните системи**

#### **А) Динамика на взаимодействащи си популации**

Изведени са детерминистични модели за динамиката на три взаимодействащи си популации при наличие на адаптация. Получени са точни решения на нелинейните частни диференциални уравнения, моделиращи популационни вълни в система от взаимодействащи си популации. Изследвани са математическите характеристики на хаоса, възникващ в популационни системи. Предложени са стохастични модели за отчитане на влиянието на околната среда върху динамиката на популациите на основа на уравнения от тип уравнения на Ланжвен. Получени са стационарни статистически разпределения на плътностите на взаимодействащите популации, които са решения на уравненията на Фокер-Планк, съответни на уравненията на Ланжвен. Резултатите са получени от гледна точка на формализмите на Ито и Стратонович, прилагани в теорията на стохастичните диференциални уравнения. Предложени са непрекъснат и дискретен математични модели на идеологическата борба в система от адаптиращи се популации без и с отчитане на влиянието на миграцията. На основата на дискретния модел са изразени съмнения в успеха на “Арабската пролет” малко след започването и. Тези съмнения днес са експериментално потвърдени. Описано е приложението на моделите на популационната динамика за описание на дифузията на идеи и в частност на дифузията на научни идеи. Тези модели са от епидемиологичен тип и в последната година са успешно приложени в процеса на подготовка на анализи и прогнози в подпомагане на дейността на държавни институции в борбата им срещу COVID-19. Анализите и прогнозите подпомагаха поддържането на непрекъснато и активно участие на БАН в борбата срещу COVID-19 през цялото време от март 2020 до май 2021 г. Няма нито една забележка към точността на прогнозите и правилността на анализите от страна на държавните институции. Това доведе до издигане на рейтинга на българската математика и българската наука в средите на българския елит и на структурите, управляващи българската държава.

#### **В) Анализ на данни и в частност нелинеен анализ на времеви редове**

Предложено е съвместното използване на анализа на принципни компоненти, анализа на сингулярни стойности (*singular value decomposition*), анализа на корелации и метода на

възстановяване на фазовото пространство чрез *time delay-embedding* за анализ на къси и нестационарни времеви редове. Предложен е метод за детектиране на силни пориви на вятъра в приземната част на граничния слой на атмосферата. Методът е основан на теорията на Марковските вериги. Методът има непосредствено практическо приложение за детектиране на силни пориви на вятъра, които биха могли да повредят витлата на генераторите на електрическа енергия от вятъра.

Реализирани са приложения на анализа на данни към пет вида системи:

- системи от неживата природа (изчисляване на вероятността на поява на много високи вълни в Северно море, реки в Европа, Индия и Китай);
- технически системи (осцилатор на Шинрики, вибрации на спирачни системи на влакове, вибрации на трактори, генератори на случайни числа). Показано е например, че зад привидния стохастичен характер на шума, произведен от спирачките, се крие процес, свързан с нискоразмерно детерминистично хаотично поведение. Този резултат има съществена насочваща роля за разработките, свързани с намаляване на нивото на шум на автомобилни, влакови и други спирачни системи;
- биологични системи (нистогмографски времеви редове, времеви редове от движение на главата при разговор между хора, сърдечна дейност на *Drosophila Melanogaster*);
- спортни системи (анализ на ранкинг-листите на УЕФА и ФИФА). Анализарана е ранкинг-листата на УЕФА като системата от отбори в нея е разглеждана като сложна система. Показано е, че ранкинг-коэффициентите не се подчиняват на един степенен закон, а е налице преход между степенни закони с последващ преход към неподредено състояние. Това позволява да се направи една подобрена класификация на отборите от ранкинг-листата на УЕФА. Тези изследвания са разширени и по отношение на ранкинг-листата на ФИФА;
- социално – икономически системи (анализ на влиянието на намесата на японското правителство на пазара на селскостопански стоки, анализ на статистическото разпределение на населението в българските градове). Показано е например, че за случая на България не е валидна хипотезата за нарастване на градското население по един и същ начин независимо от размера на града (хипотеза, прилагана от Гибрат и водеща до разпределението на Зипф). Показано е, че за случая на системата от българските градове е валидна хипотезата за стохастичния растеж на основата на начално логнормално разпределение на населението, която води до двустранното логнормално разпределение на Парето, което е детектирано на основата на данните за населението на българските градове.

В последната година, разработките в областта на анализа на времеви редове бяха приложени при изготвяне на анализи и прогнози в поддръжка на работата на държавните институции за борба с COVID-19. Така изследванията и експертизата в областта на анализа на времеви редове имаха реално практическо значение в борбата за запазване на живота и здравето на милиони български граждани.

### С) Теория на мрежите и миграцията

Предложен е модел на миграционен канал за човешка миграция през няколко държави. В процеса по работата върху модела се достигна до необходимостта от въвеждане на вероятностно разпределение, което да описва разпределението на мигранти в миграционен канал, състоящ се от краен брой страни. Полученото разпределение (отчитащо ефекта от натрупването на мигранти в крайната и най-желана от тях страна на канала) бе наречено пресечено разпределение на Уоринг в чест на 6-тия Лукасовски професор по математика в Кеймбридж Едуард Уоринг, който получава подобно разпределение при работата си върху теорията на безкрайните редове. Впоследствие това разпределение бе обобщено и се оказа, че в предложението от нас вид обобщеното разпределение не е изследвано от други автори досега. С други думи – получено е ново вероятностно разпределение с тежка опашка, което

има пряко практическо приложение в теорията на миграцията. По-нататъшното развитие на изследванията доведе до формулиране на цели класове от нови вероятностни разпределения и бе показано, че най-общият вид на формулираното вероятностно разпределение съдържа всички възможни вероятностни разпределения на случайна величина, която може да има краен брой или безкраен брой неотрицателни целочислени стойности. И за двата случая са получени неограничен брой нови вероятностни разпределения, а за втория случай (на случайна величина, която може да има безкраен брой неотрицателни числени стойности) е показано, че класовете вероятностни разпределения на Кац, Орд, Кемп и много други, са частни случаи на получената обща форма на вероятностно разпределение.

Разработките за случая на канал с един ръкав бяха обобщени за случая на канали с два, три и произволен брой ръкави. Получени бяха нови видове вероятностни разпределения на веществото в такива канали, които не са вече от класа на едномерни дискретни разпределения, а са от класа на разпределения върху възлите на мрежа, имаща повече от един ръкав. В последните месеци се оказа, че разработката за случая на движение на вещество в мрежа теория е свързана с теорията на растящите мрежи. Бе показано, че прочутият модел на Барабаши-Алберт е свързан със специфичен случай на движения на вещество в обикновен канал с един ръкав. Тези резултати откриват впечатляваща перспектива за бъдещи изследвания.

Получените резултати имат пряко приложение за анализи и прогнози на мигрантски потоци при човешка миграция – въпрос, изключително актуален за Европа и България, която лежи на един от най-големите пътища за миграция. 10 години преди голямата миграционна вълна в Европа, важността на изследванията по проблемите на човешката миграция бе описана в монографията “Популационна динамика и национална сигурност” на Витанов, Димитрова и Панчев. От самото заглавие на книгата е ясно, че тези изследвания имат съществено значение и за поддържането на националната сигурност на Република България.

#### **D) Динамиката на научни системи и оценка на изследователската дейност**

Написана е самостоятелната монография, издадена от реномираното издателство Springer през 2016 г. и озаглавена *Science dynamics and research production. Indicators, indexes, statistical laws and mathematical models*. Монографията е втората от поредицата *Qualitative and quantitative analysis of scientific and scholarly communication* и е посветена на използване на математически методи при описанието и предсказването на развитието на сложни научни системи и при оценяването на научната продукция на изследователите. Основните приноси на монографията са концепцията за развитието на науката като сложна нелинейна дисипативна система, обобщението на  $o$ -индекса за изследователската продукция на учен, геометричния инструмент за детектиране на групи от научни елити на основата на кривата на Лоренц. Изложени са статистическите закони, действащи в областта на научните системи и редица детерминистични и статистически модели в областта на динамиката на научните системи и оценката на научната продукция, с оригинални модели, предложени от автора сред които моделът за конкуренцията между системи от идеи и моделът за миграцията на учени към по-привлекателни научни дестинации. Тази разработка има пряко практическо приложение при извършване на оценки на изследователската дейност от различен мащаб – от отделния изследовател, до национални и международни изследователски системи. Оригинални разработки на автора, изложени в книгата, се използват при оценката на изследователската продукция на българските университети и БАН. Авторът на монографията е член и заместник-председател на комисията за наблюдение и оценка на научната дейност на университетите и научните организации в Република България. Така идеите от тези изследвания намират пряко приложение за подпомагане на управлението на научно-изследователската система на държавата. Работата в това направление в последната

година продължава с разработка на математическа теория за влиянието на кадровата политика върху научната продукция на една система, занимаваща се с научни изследвания. Системата може да бъде организация, съставена от катедри, факултети, научни групи или изследователски сектори. Системата може да бъде и система от такива организации и в частност цялата изследователска система на държавата. Тези изследвания имат голяма перспектива за анализ и оценка на дейността на изследователските организации в България от гледната точка на кадровото им развитие и свързанат с него научна ефективност. Перспективите за по-нататъшни разработки в тази област са много големи.

#### **4) Постигновения в областта на популяризацията на науката**

Развитието на науката е довело до поява на сложност в научните резултати, които обществото често вече не може да разбере без допълнително популярно изложение. Работата в областта на популяризацията на науката е от 26 години в 3 направления: публикации; организация на събития; радио и телевизионни изяви. В над 100 публикации широката аудитория е запознавана със състоянието и проблемите на българската и световната наука; с научни и практически аспекти, свързани със социалната динамика и с оценката на научните изследвания; с биографии на дейци на науката и образованието; с постиженията в различни клонове на науката и др. Поддържа се неуморно работата на популярното списание “Българска наука”, чиито публикации имат десетки хиляди четения на месец. В рамките на дейността във “Форум Демокрит” е подпомогнато прохождането в България на Нощта на учените, FAMELAB и Фестивала на науката. В десетки часове телевизионни и радиоинтервюта е информирана милионна аудитория за постиженията на световната наука (например новогодишните обзори на постиженията на световната наука за 2016 и 2017 г.), неотклонно са защитавани българските учени и са подчертавани успехите на българската наука. С тези действия е допринесено за оцеляването на българската наука в тежки времена и за духовното обогатяване на българското общество посредством информацията за българската наука и нейните успехи, която е предадена чрез различни медии до милиони български читатели, слушатели и зрители и особено до младите българи – ученици и студенти.

В последната година, вследствие на работата за анализи и прогнози в подкрепа на работата на Националния оперативен щаб и правителството за овладяване на пандемията от COVID-19 са налице над 1500 отразявания на дейността на Николай К. Витанов. В стотиците интервюта, телевизионни и радиоучастия, свързани с тази дейност, неизменно бе поддържана линията на популяризацията на постиженията на българската наука и линията на издигане на авторитета на българската наука и особено на българската математика, физика, химия, биологически, инженерни науки, както и на науките за човека и обществото. Неотклонно бе работено по затвърждаване на позитивния имидж на БАН в българското общество. Така, научните резултати бяха трансформирани в практическа полза и в реални резултати в посока на укрепване на българската математика, на българската наука, на българската научна система и на Българската академия на науките.

#### **5.) Още за значението на постиженията на Николай К. Витанов за развитието на науката и културата и/или за материалното и/или духовното обогатяване на българския народ и българската държава**

Гореописаните изследвания и свързаните с тях постижения винаги са били правени и получавани на основата на гледната точка, че и от най-теоретичното изследване трябва не само да развива науката и по възможност и част от културата, но трябва да е свързано с практическа полза за групи от хора, народа и държавата и тази практическа полза да

може да бъде видяна в обзиримо, а не в неясно бъдеще време. Практическата полза на постиженията за научната общност у нас и в чужбина се вижда и от следната кратка статистика

**5.1. Стотици хиляди четения на публикациите на Николай К. Витанов в Research Gate**  
([https://www.researchgate.net/profile/Nikolay\\_Vitanov](https://www.researchgate.net/profile/Nikolay_Vitanov))

четения към 24.05.2021: **276 554**

**5.2. Десетки хиляди четения на монографията за динамика на науката и оценка на научната производителност в Research Gate и в сайта на издателство Springer**

четения към 24.05.2021: **52 642**

Име на книгата или глави от книгата	Четения
Science Dynamics and Research Production. Indicators, Indexes, Statistical Laws and Mathematical Models	<b>13 338</b>
Frequency and Rank Approaches to Research Production. Classical Statistical Laws	<b>8276</b>
Commonly Used Indexes for Assessment of Research Production	<b>8002</b>
Selected Models for Dynamics of Research Organizations and Research Production	<b>7841</b>
Additional Indexes and Indicators for Assessment of Research Production	<b>7678</b>
Science and Society. Assessment of Research	<b>7507</b>

Изтегляния на книгата от сайта на издателство Springer към 24.05.2021: **8100**

Количеството учени в България в настоящия момент е под 15 000. Съпоставката на това число с броя на четенията на публикациите в ResearchGate показва, че публикациите са известни и интересни не само у нас, но и далеч извън пределите на българската научна общност и на България. Същото може да се каже и за четенията на монографията в Шпрингер. Над 50-те хиляди четения за 5-годишния период от публикуването и над 8-те хиляди изтегляния на монографията от сайта на издателството недвусмислено говорят за големия международен интерес към нея. Така, научната продукция и постиженията на кандидата доказано са широко известни както в стараната, така и в чужбина и допринасят за повишаване на нивото на българската наука и за увеличаване на международния и престиж.