УДК - 519.86
Econ Lit - C500

МАТЕМАТИКА И ИКОНОМИКА

проф. д-р ик. н. Б о й к о А т а н а с о в
доц. д-р П л а м е н И л и е в

Рецензенти: доц. д-р ик. н. Димитър Радилов
доц. д-р Владимир Владимиров

Въведение

Съвременната наука, в това число и икономиката, е немислима без математическия апарат. Но приложението на математическите методи, и преди всичко на количествените, в конкретна област на знанието изисква решаването на редица методологични проблеми. В предлаганото изследване авторите си поставят за цел да открият някои аспекти от методологията на математиката и на тази основа да изведат възможностите за приложимост на математическия апарат в други науки, в т.ч. и в икономиката, разглеждана като теория, политика и практика.

В първата част на студията са изведени и разгледани въпроси, свързани с осмисляне на характера и процеса на математическото познание относно: предметът и особеностите на математиката, видовете абстракции в математиката, методите на идеализация, формализация и аксиоматизация. Разгледана е специфичната роля на практиката в развитието на математиката, критериите за истинността на математическите знания, някои закономерности в историческото развитие на математиката. Становището на авторите се свежда до следното: математиката - това е наука за построяване на хипотези, съгласувани с наличните знания за реалния свят, т.е. математиката е изключително удобна проста среда, в която могат да се моделират същностните характеристики на процесите и явленията от заобикалящата ни действителност.

Във втората част на студията се прави опит да бъдат изведени предпоставките и възможностите за приложение на математическия инструментариум в икономиката. Икономиката е първата обществена наука, която започва да използва широко разнообразен апарат. Изведени са особеностите на икономическата наука, които правят този апарат много по-различен от математическия апарат на естествените науки, като например физиката и механиката. Акцентира се върху това, че потребността от специфичен инструментариум за изследване вътре в самата икономика, като научно знание, обуславя интензивното използване на математика-

та в икономичската теория. Изведена е позицията на авторите относно това, че математическата интерпретация на икономическите идеи е изключително удобен инструмент за предлагане и излагане на едни или други концепции.

Известно е, че прилагането на математиката в други науки се изразява в построяването на математически модели на изучаваните от тях природни или обществени процеси и явления. Поради това в изследването се отделя подходящо място на необходимостта от построяването, експериментирането и използването на икономико-математически модели на настоящия етап от икономическото развитие, характерен преди всичко с прехода към икономика на знанието.

Сама по себе си сферата на икономико-математичските изследвания е изключително наситена, разнообразна и обширна, изискваща задълбочени познания и реални възможности за използване на приложната математика, теоретичната метрика, компютърните технологии, системния анализ и разбира се, преди всичко на икономическата теория. В този контекст в студията се прави опит на базата на постигнати резултати да се очертае новата концепция за ролята и мястото на икономико-математическите модели в системата на теоретичните и приложните икономически изследвания, разширявайки традиционните представи на математическите модели само като инструмент за икономически анализ. Авторите не застават на позицията за отделянето на икономико-математичското моделиране от икономическата теория, по-скоро тук целта е то да се направи много по-рационално и достъпно за повече изследователи и практици. В основата на всеки икономико-математически обект, както и в процеса на неговото конструиране, интерпретиране, анализиране и приложение стоят двете взаимосвързани съставки "икономика - математическо моделиране". Първата съставка "икономика", възприемана и като реална икономика или нейни компоненти, и като икономическа теория или други нейни фрагменти, се приема за обектна сфера на икономико-математическото моделиране. Втората съставка "математическо моделиране", включваща подходящо подбрани математически конструкции и информационни средства, е отнесена до предметната сфера на икономико-математическите модели.

Участието на авторите в настоящото изследване е, както следва: въведение и част първа - проф. д.ик.н. Б. Атанасов, част втора и заключение - доц. д-р Пламен Илиев.

1. Някои аспекти от методологията на математиката

1.1. Предмет и особености на математиката

Математиката (гръц. *mathema* - знание) "е множество от сложно свързани помежду си теории, отличаващи се с висока степен на отвлеченост и оттам с висока степен на общност"[1]. За всяка наука, в това число и математиката, е необходимо да се поставят въпроси за това, каква е нейната основна цел, какъв е нейният пред-

[1] Кратка българска енциклопедия (КБЕ). Том 3. София: БАН, 1966, с. 365.

мет, през какви периоди на развитие е преминала, какво изучава, какъв е кръгът на изследваните проблеми. Според академик Петър Кендеров "основната цел на математиката не е да открива нови феномени - макар и това да се случва, и то много често. Нейният принос в знанието се състои преди всичко в изясняването на взаимовръзките между нещата - кое от какво зависи, как се обуславя, как да се отсеят съществените от несъществените фактори, да се опишат количествените взаимоотношения. Затова, когато изучаваме някое явление с математически методи, естествено е да имаме най-напред емпирични резултати или да започнем с практически задачи"[2]. Въпросът за предмета и особеностите на математиката като наука има принципно значение не само за нейното развитие, но и за правилното възприемане на нейното място в обществения живот. С особена сила този въпрос стои в случаите, когато се появяват принципно нови теории или методи, допълващи или опровергаващи съществуващи такива в други научни области, в частност в икономическата теория.

В своето развитие всяка наука допълва и обогатява своя предмет, включва в него съсвем нови области на изследване, извежда ново, значително обогатено съдържание. За по-добро смисляне на предмета на математиката и нейните особености, както това е необходимо за всяка наука, е целесъобразно да се използва исторически подход. Историята на математиката предоставя обстоен материал за възприемането на това как са се формирали методите на математическото познание за света, различните видове абстракции в математиката, основите на математическата теория, как са се обогатявали и допълвали с ново съдържание основните понятия в математиката, как в продължение на хилядолетия са се трансформирали възникнали идеи, как с времето са се изменяли съдържанието, характерът и стилът на научното знание. Историческият преглед показва, че изведеното определение на математиката се допълва с все по-богато съдържание във връзка с разширяването на областта на количествените отношения и пространствените форми, изучавани в математиката, разглеждана като "теоретична наука, възникнала и развивала се в най-дълбока древност във връзка с практическите нужди на човека и непосредственото наблюдение на околния свят" [3].

Историческият анализ на постигнатите теоретични резултати, реализираните идеи и изведените методи е позволил на учените, изследвали развитието на математиката, да обособят следните четири главни периода[4]:

- период на зараждането на математиката;
- период на елементарната математика;
- период на променливите величини;
- период на съвременната математика.

---

[2] Кендеров, П. Връзката между отделните неща много често минава през математиката. Науката – новите тенденции. Съставител Николай Матеев. Свят, 2001, с. 123.

[3] КБЕ. Цит. съч., стр. 365.

[4] КБЕ. Цит. съч., стр. 365.

Изрично ще отбележим, че не приемаме напълно цитираната класификация на разделените по този начин исторически периоди от развитието на математиката. Най-общо аргументите за това са следните:

1. Наименованието "период на съвременната математика" не отразява адекватно характерното, специфичното, особеното в теоретичните резултати на математиката през този период.

2. Възприетото наименование на последния период не позволява обособяване на нови историчски периоди в развитието на математиката, а безспорно в следващите столетия такива ще има.

3. По наше виждане през този четвърти исторически период на преден план изпъква "класиката" на теоретичните постижения на математиката като наука.

4. Не споделяме напълно времевите интервали на третия и четвъртия исторически периоди. Самите научни достижения подсказват, че част от времето, включено в третия период, изцяло принадлежи на четвъртия исторически период.

5. Предложената класификация на историческите периоди има потребност от допълване с нов, пети период.

Осъзнаваме дискусионния характер на изведените аргументи. Дори и да съществува известно увлечение в нашето виждане, все пак целта е да се създаде по-добра база за изследване на особеностите и предмета на математиката. Философията тук е, опирайки се на историята на науката, да се проследи самият процес на познанието на света от човека. В частност на еволюцията на знанията, които човечеството е натрупало за математиката.

Анализите и изводите, които се правят в тази част от изследването, са базирани на следното подразделение на историчските периоди от развитието на математиката:

- период на зараждането на математиката;
- период на елементарната математика;
- период на математиката на променливите величини;
- период на класическата математика;
- период на кибернетичната математика.

Една такава класификация на историческите периоди от развитието на математиката позволява същата да се разглежда като отворена система, която естествено ще търпи развитие. Същевременно предлаганата класификация ще спомогне за по-пълното изясняване (допълване) на предмета и особеностите на математиката като наука в нашето съвремие. От друга страна, подобно предизвикателство е добър повод за поставяне на дискусия в научните среди на проблема за обособяването на нов исторически период от развитието на математиката.

Началото на периода на зараждането на математиката е в далечното праисторическо време, а краят му е към VI-V в. пр.н.е. През този период в страните от Древния Изток са били натрупани математически факти, методи за решаване на задачи, примери за приближени пресмятания. Но математиката в Древния Изток се е развивала твърде бавно, в продължение на векове не е имало подчертано ни-

какъв прогрес. Към VII в. пр.н.е. в Гърция проникват математическите знания от Египет и Вавилон. Древните гърци не само усвояват тези знания, имащи предимно изчислителен характер, но ги развиват в стройна наука. Те не се задоволяват само с умението да пресмятат лица на фигури и обеми на тела по дадени правила, а се стремят чрез логически разсъждения да докажат верността на тези правила, както и да получат нови.

Процесът на усилено развитие на математиката довежда до необходимостта от подреждане на математическите знания в стройна логическа система. Математиката с поразителна бързина се превръща в абстрактна дедуктивна наука, в която основен метод за установяване на истината и за изследване на връзките между твърденията става логическото доказателство. Както пише Аристотел "доказателството изявява същността на нещата"[5]. Думите на Аристотел потвърждават факта, че древните мислители много добре са осъзнали тази съществена страна на дедуктивния подход.

Характерното за този първи исторически период е това, че се осъществява натрупване на фактически материал на математиката в рамките на съвкупната, все още неподредена наука. Поставя се началото на практическото пресмятане и измерване, формира се представата за числата и фигурите, изграждат се правила за аритметични действия, поставя се началото на възникването на аритметиката и геометрията.

През втория исторически период (от VI-V в. пр.н.е. до към средата на XVI в.) математиката е преди всичко елементарна математика на постоянните величини и неизменните геометрични фигури. Тя е изцяло изчислителна математика, съвкупност от сметачни алгоритми за решаване на аритметични, алгебрични, геометрични задачи, които в началото са били твърде прости, а впоследствие значително се усложняват и стимулират теоретичната обосновка и формулирането на нови математически понятия. Отначало създадените методи били независими един от друг, а по-късно били обединявани в теоретични дисциплини. След няколко опита за систематизиране на математическите знания, в това число и от известния математик Хипокрит Хиоски, се появява безсмъртното съчинение на Евклид "Елементи". Това е едно от най-забележителните произведения на човешкия ум. Знаменитият италиански математик Кардано (XVI в.) изразява възхищението си от "Елементи" на Евклид със следните думи: "Неоспоримата сила на догмите им и тяхното съвършенство са толкова абсолютни, че наистина никое друго съчинение не може да се сравнява с тях. В тях се отразява такава ярка истина, че изглежда само онзи, който е усвоил теорията на Евклид, е способен да отдели в сложните въпроси на геометрията истинското и лъжливото"[6].

Немислимо е да си представим развитието на математиката в следващите периоди, дори и в новото време, ако човечеството не разполагаше с богатствата на

---

[5] История на математиката. Том 1. София: Наука и изкуство, 1974, с. 72.

[6] Чимев, К. Евклид. // Математика, 1969, кн. 2, с. 3.

античната наука. За възникването на математиката като самостоятелна наука с присъщите й методи за извеждане на нови обекти и за формиране на нови понятия безспорно голяма заслуга има древногръцката школа. "Постиженията на гръцката математика, като теорията на делимостта на числата, теорията на ирационалните величини и класификацията на квадратичните ирационалности, изследването на задачите, които не са решими с линийка и пергел, парадоксите на безкрайното и метода на изчерпването, интегралните и диференциалните методи на Архимед, теорията на коничните сечения на Аполоний, аксиоматичния метод, сферичната геометрия на Менелай, тригонометрията на хордите на Птоломей и алгебрата на Диофант, определиха по-нататъшното развитие на математиката за много векове"[7]. Коренното преустройство на математиката през този период безспорно се приписва на Питагор.

Въпреки че "гиганта на учеността, духа и характера" Галилео Галилей (1564 г.-1642 г.) е известен на широкия свят със своите многобройни открития в областта на астрономията и механиката, той е преди всичко математик. Всичките му изследвания са превъзходни образци на прилагането на математическите методи при изучаването на природните явления.

Третият исторически период на променливите величини (от средата на XVI в. до XIX в.) значително променя съдържанието и характера на математиката. Известно е, че XVII и XVIII век е време на буржоазни революции, но заедно с това и епоха на научен подем. Създадените в това време аналитична геометрия и математически анализ извършват истинска революция в математиката. Повратен пункт в математиката е диференциалното и интегралното смятане, за чиито създатели се считат Нютон и Лайбниц. През този период за първи път са въведени елементарните функции на комплексна променлива и е поставено началото на методите на аналитичните функции. Обособява се нов клон на анализа - теорията на диференциалните уравнения, оформя се като самостоятелна дисциплина вариационното смятане.

Резултатите на анализа до голяма степен се отразяват на развитието на другите математически дисциплини - теория на числата, алгебра, теория на вероятностите, геометрия. Наблюдава се диференциация на математиката, която е предизвикана както от вътрешните потребности на самата математика, така и от потребностите на естествените науки и преди всичко на механиката, връзките с която особено се засилват след привеждането й към аналитична структура. Разбира се, тази диференциация не води до загуба на единството на математиката, напротив, в процеса на възникване на нови направления се засилват вътрешните връзки между тях. Математиката продължава да се развива като единна самостоятелна наука.

Периодът на класическата математика (от началото на XIX в. до средата на XX в.) се характеризира със значително обогатяване на нейното съдържание, със създаване на нови математически области, с нейното разклоняване и очертаване на основни дялове: теория на числата, алгебра, теория на вероятностите, функционален анализ и др. Важно събитие в математиката на XIX в. е лекцията "Върху

[7] Цитат по История на математиката. Том 1. София: Наука и изкуство, с. 183.

хипотезите, които лежат в основата на геометрията", прочетена от Бернхарт Риман през 1854 г. В нея се полагат основите на два важни раздела на класическата математика - топологията и римановата геометрия, и се обсъждат връзките между физика и геометрия по начин, който изпреварва развитието на науката с много десетилетия. Така се поставя началото на приложния характер на математиката през този четвърти исторически период.

Класическата математика предлага методи, които са достатъчно ефективни за изследване на все по-общите и разнообразни пространствени форми и количествени отношения. Ето как описва една от страните на този процес Н. Винер: "Началото на XX век се съпровожда от съществени изменения в математиката, отразяващи нови, много по-сложни представи за външния свят. През XIX век основният интерес в математиката се съсредоточаваше върху изучаването на точковите обекти и величини, зависещи от променливи, стойностите на които са също точки. Новите концепции, възникващи в началото на XX век, си поставят за своя цел замяната на точките с траектории от точки, т.е. криви... Следователно, изворът на "математиката на кривите" се отнася към твърде отдалечен от нас период, обаче пълното развитие на тази математика се получава съвсем неотдавна. Светът на кривите е много по-разнообразен и богат от този на точките, но единствено математиката на XX век е съумяла да овладее това богатство"[8].

Видният немски математик Г. Кантор, комуто дължим фундаментални резултати, оказали голямо въздействие върху математиката, прокарва идеята: "Същността на математиката е в нейната свобода". Построяването на всякакви логически непротиворечиви математически системи, чиято същност се решава чрез сравняването им с процеси от действителността, е основният смисъл на неговата идея. Плодотворността на тези мисли се потвърждава от развитието на математиката на XX век, наситена с примери на приложение на възникналите нови абстрактни математически теории в различни области като физика, техника, лингвистика, икономика и др.

През последния исторически период развитието на математиката почива върху нарастналите през последните 50 години изчислителни възможности на съвременната бързодействаща електронно-изчислителна техника с програмно управление и пригодените към нея методи за числено решаване на сложни математически задачи. Ето как описва една от страните на този процес академик Кендеров: "Проблемите на усъвършенстването на компютърните архитектури се решават с математически средства и започват да се преплитат все по-тясно със собствените проблеми на математиката. Това проличава най-силно при създаването на специални изчислителни архитектури за решаването на сложни математически задачи. Не трябва да се забравя обаче, че компютрите не се правят предимно с тази цел. Те имат изключително широко приложение, което се дължи на факта, че обработват информация. Но нейната специфика се изследва и от математиците. Даже нещо

[8] Винер, Н. Я. Наука и общество. Москва: Наука, 1964, с. 29-30.

повече - именно математиката разполага с най-подходящите средства за изследване на информационните процеси. Затова тази връзка непрекъснато се усложнява и задълбочава"[9].

Протича дълбока математизация на цялото научно познание, в резултат на което една от характерните черти на науката в наше време се явява всестранната разработка на похвати и методи за формализиране на познанието, което се абстрахира от вещественото субстрат на изходните структури, връзки и отношения между каквито и да е обекти. Същността на процеса на математизация се състои в проникването на математическите методи в другите науки, един фундаментален проблем, върху който ще се спрем специално в следващата част на изложението. Приложението на математиката при решаване на икономически задачи, при които се търсят най-ефективните, т.нар. оптимални варианти и решения при дадена ситуация, довежда до появата на нови теории: изследване на операциите, теория на игрите, теория на риска, многокритериален анализ, теория на портфейла и др. Характерното за този период е нарастващото принципно и практическо значение на стохастичния подход при разрешаването на редица практически задачи. Светът навлиза в нова ера на цифрите. Математици и компютърни специалисти обединяват усилията си и се намесват в бизнеса, налагайки по нов начин математиката. "Бракът" между математиката и компютърното моделиране преобрази науката.

През този исторически етап от развитието на математиката качествено се изменя и нейният подход при изследване на отношението й към реалния свят. Като всяка наука, изучаваща отношенията в обективната действителност, математиката изследва от своя гледна точка тези отношения и поради това прилага свои методи на познания, принципно различни от методите на другите науки. Характерна особеност в развитието на математиката през тези периоди са разширяването на предмета на математиката, успоредно с усложняването на нейната структура, очертаните тенденции към засилване на математическата строгост в теоретичните резултати, значителното разширяване на приложната област и т.н.

В началния период от своето развитие математиката изучава реалния свят, абстрахирайки се само от конкретната качествена страна на обектите, които подлежат на измерване и изчисляване. Най-общо може да се каже, че през този период математиката е наука за числа и фигури, при това изучавани като постоянни, неизменни величини, а самите отношения между тях също се разглеждат като постоянни, неизменни отношения на неизменни величини. През VI в. пр.н.е. са били построени не само първите математически теории, но и първите математически модели в света. По това време учените са стигнали до мисълта, към която след това се връщат неведнъж, че математиката е универсален език за изразяване на законите на природата, че "всичко е числа"[10].

---

[9] Цит. по Кендеров, П. Връзката между отделните неща много често минава през математиката. Науката – новите тенденции. Съставител Николай Матеев. Свят, 2001, с. 135.

[10] Цитат по История на математиката. Том 1. София: Наука и изкуство, с. 73.

По-късно, през втория период се наблюдава абстрахиране не само по отношение на конкретната качествена страна на обектите, но вече и от конкретното количествено съдържание на числата. Това позволява да се оперира със символи за конкретни числа (α, β ...). Именно през този период се раждат великите идеи в теоретичните основи на математиката, за цялото осъществяване на които са необходими две хиляди години упорит труд. Изучаването и усвояването на методите на математиката, формирали се през този период в Гърция и елинистичните страни, е в основата на големите научни постижения в математиката през XVII век, а и по-късно през XIX и XX век. Нещо повече, с развитието на математиката се констатира, че от трудовете на учените от този период се черпят все още нови и нови идеи, и в наше време.

В следващия период от своето развитие математиката започва да използва променливи величини, трайно присъства изградената още от древните гърци идея за непрекъснатост, прилагат се функционални зависимости при изучаването на движенията на телата. Математиката си служи с абстракция в значително по-висока степен.

През четвъртия период започва разглеждането на променливите величини и връзката между тях, което води до формирането на понятията функция, диференциал, интеграл, и до появата на нова математическа дисциплина - математически анализ. Използването на методите на координатите е предпоставка за привеждането на геометричните задачи на алгебричен и аналитичен език, в резултат на което възникват нови области в геометрията - аналитична геометрия, проективна геометрия, диференциална геометрия и др. Характерно за този период е натрупването на богат арсенал от знания. Анализирайки общите характерни черти на математиката през този период известният руски учен А. Д. Александров пише по отношение на значителното разширяване на математиката: "Предметът на математиката представя тези форми и отношения на действителността, които обективно притежават такава степен на безразличие към съдържанието, че могат да бъдат напълно абстрахирани от него и определени в най-общ вид с такава яснота и точност, следователно със запазване на цялото богатство от връзки, че да послужат като основание за чисто логическо развитие на теорията. Ако такива отношения и форми в най-общ смисъл на думата можем да наречем количествени, то математиката има за свой предмет количествените отношения и форми, взети в техния чист вид"[11].

В процеса на практическото опознаване на околния свят човек се сблъсква с такива конкретни задачи, които изискват създаването на нови теории за тяхното разрешаване. Това води не само до натрупване на запаси от математически знания в човека, но и до промяна в разбирането и оценката на акумулираните знания. Натрупаното богатство от знания, обхванато от математиката, неминуемо води до ново съдържание на предмета на математиката на този етап от развитието й. Още

[11] Александров, А. Д. Общий взгляд на математику. // Математика, её содержание, метод и значение. Том I. Москва: АНСССР, 1956, с. 68.

преди много години Г. Лайбниц е поставил задачата за създаването на такава "универсална математика", която би изучавала “всичко, което в областта на въображението се подава на точно определение"[12] . Неговата идея е в създаването на наука за абстрактни математически обекти, т.е. предметът на математиката не се свежда само до понятията числа и фигури, а придобива съвършено друго съдържание.

В периода на класическата математика се наблюдават изключително съществени постижения, довели до установяването и осъзнаването на единството в многообразието на математическите методи и теории. Появяват се нови структури: теория на групите, теория на многомерните пространства, теория на инвариантите, като най-важна от тях си остава теория на групите. Възникнала като вътрешна потребност на самата математика и постепенно развивала своите методи, теорията на групите е допринесла не само за решаването на много други проблеми, но оказва съществено влияние върху следващите през периода математически изследвания. И в нашето съвремие понятието група е едно от важните, обобщаващи понятия в математиката. Изключително голямо въздействие върху развитието на математиката през този период оказва и теорията на множествата. Тази теория е в основата на такива важни клонове в математиката като теория на функции на една променлива, топология, алгебра, теория на групите, функционален анализ и др. Развитието на математическата теория на множествата допринася още за изграждането на математическата логика, която представлява важна част от основите на математиката. Основи на математиката е такъв раздел, който заедно със специфичната математическа теория включва съвкупността от философски, исторически и логически възгледи за съдържанието и формите на връзките между различните математически теории.

Най-същественото в този процес е развитието на научното познание. Осъществен е преход в математиката, който довежда до разглеждане на все по-отвлечени и обобщаващи понятия в съвкупния математически обект, който по определен начин е свързан с общия обект на науката - природата и обществото.

В настоящия етап математиката, в сравнение с другите периоди от своето развитие, има възможности значително по-добре да формира многообразните отношения на действителността, да описва и моделира това многообразие с помощта на натрупания богат арсенал от теоретични знания. Разглеждайки най-общо характерните черти на съвременната математика, академик Кендеров извежда следната най-обща тенденция: "В началото и през първата половина на 20-ти век се задълбочиха процесите на диференциация, които доведоха до обособяването на отделни мощни клонове, съответстващи на различни математически структури. В недрата на тези клонове се зародиха и развиха в чист вид мощни методи и инструментариум. С тях сега ние можем да решаваме значително по-големи проблеми. Диференциацията позволи математиката да натрупа един изключителен арсенал от средства, които тепърва ще бъдат използвани за да се решават проблеми, които

[12] Рыбников, К. А. Истории математики. Том II. Москва: МГУ, 1961, с. 142.

още не са дошли на дневен ред. През втората половина на века все по-силно започва да се утвърждава противоположната тенденция - интеграцията. Тук се наблюдава една особеност - много важна роля за обединителния процес в математиката изигра технологическата въоръженост. Появата на компютрите допринесе в много голяма степен за интеграцията както на отделните математически области, така и на математиката с останалите науки. Самите компютри се появиха в много голяма степен в резултат на развитието на математическите структури. Без логиката, без алгебрата на Бул, без още редица области, нищо от това, което сега наричаме информатика, изобщо не можеше да го има"[13].

Направеният исторически преглед дава основание да се направи извод, че математиката като наука представлява учение за определени страни на реалните отношения в обективния свят. Нещо повече, в зависимост от ширината и дълбочината на обхвата на тези отношения се откроява както степента на абстрактност на основните понятия в математическата теория, така и специфичността на нейните методи за изследване.

Както всеки въпрос с фундаментален характер, така и въпросът за предмета на математическата теория има принципно важно значение. Най-общо предмет на тази теория е многообразието на математическите структури и/или техните подразделения. Независимо от това, всеки учен може да решава въпроса за предмета на своята наука в зависимост от своите общи философски позиции, лични пристрастия и разбирания.

Нееднократно беше подчертавано, че една от характерните особености на математическата теория се явява нейната отвлеченост и абстрактност. Тази особеност се изразява в оперирането с абстракции при извеждане на теоретични резултати, в построяването на логически непротиворечиви доказателства, в използването на понятия, които имат отвлечен характер. Математиката разглежда обекти, които са резултат от сложен процес на познание, т.е. придвижване на мислите от чувствено-конкретните явления и процеси към абстрактните такива. Абстракциите (гръц. *abstractio*-отвлеченост) в математиката се характеризират преди всичко със своето обективно съдържание, т.е. с това каква страна от действителността те отразяват. Същността на абстракцията в математиката се изразява в дълбоката отвлеченост от качествената определеност на явленията и процесите и в извеждането преди всичко на тяхната количествена страна. Абстракцията се съпътства почти винаги от другите познавателни процеси, например като сравнение, анализ, синтез, обобщения. Абстракцията следва да се възприема като мисловна отвлеченост от свойствата на предметите и отношенията между тях и заедно с това като процес на отделяне, обособяване на онези страни, свойства на изучаваните предмети, които ни интересуват. Нещо повече, в процеса на абстрахирането човек изключва от своето разглеждане не само едни или други свойства или отношения на изучавани-

[13] Цит. по Кендеров П. Връзката между отделните неща много често минава през математиката. Науката – новите тенденции. Съставител Николай Матеев. Свят, 2001, с. 123.

те обекти, но въвежда за разглеждане някои други (отвлечени) свойства и отношения. Това почти винаги е пряко свързано с формирането на нови понятия за изучаваните обекти. Ето защо чрез абстрахирането се осъществява проникване в същността на предмета, мисловно отделяне на неговите важни, съществени свойства, което води от своя страна до по-задълбочено изучаване на закономерностите на заобикалящата ни среда.

Абстракцията в математиката е тясно свързана с процеса на идеализация, който е специфичен характерен начин за формиране на понятията в математиката. Идеализацията следва да се възприема като процес на мисловно конструиране на такива понятия, реалният първообраз на които може да бъде указан с едно или друго приближение. Следователно при идеализацията се осъществява едно изключване на тези свойства и отношения, които са присъщи на реалния предмет, и заедно с това се въвеждат в съдържанието на образуваните понятия такива признаци, които не притежава техният първообраз. Като примери за подобни идеализирани понятия могат да послужат "точка", "права линия", "равнина", "окръжност", "сфера" и т.н.

Основното предназначение на идеализацията се изразява в това, че въвеждайки в науката понятия за фиктивни, реално несъществуващи идеализирани обекти, тя се трансформира в средство за изследване на законите на поведение на едни или други реално съществуващи обекти и процеси. От друга страна, въвеждането на идеализирани обекти дава възможност за емпирично изразяване на изведени природни закони посредством езика на математиката. Това предполага възможности за развитие на познанието на човека за законите на природата и изграждане на строги научни теории за сложните явления в реалния свят. Самото построяване на абстрактни схеми на реални процеси, например използването на оптимизационни методи за управление, също така е тясно свързано с използването на идеализацията като особен начин на мисловната дейност. "Идеализацията, абстракцията - необходими елементи на рационалната познавателна дейност, в резултат на които се получават идеалните обекти (нещо като математическото махало или идеалната парна машина на С. Карно), математически или аналогови модели, теории"[14].

Едно важно изискване към теориите, изградени на базата на идеализацията, безспорно е тези теории да имат приложение към изходните за тях реални обекти. Ето защо с пълно основание може да се твърди, че критерий за ефективността на идеализацията е практиката в най-широк смисъл на думата.

Друга характерна особеност на математическото познание се проявява посредством свойствения на математиката процес на формализация. Формализацията, в най-широк смисъл на това понятие, представлява процедура, при която на предмет или явление от дадена област на реалната действителност по някакъв начин се съпоставя такава конструкция, която притежава относително устойчив характер и благодарение на това позволява да се изведат и зафиксират съществени и

[14] Раяцкас, Р. Л., Плакунов, М. К. Количественных анализ в экономике. Москва: Наука, 1987, с. 38.

закономерни страни на разглеждания обект. Посредством формализацията се осъществява моделирането на редица процеси и явления в реалното битие на човека. Оттук може да се направи изводът, че "математиката е език". Този афоризъм се приписва на Г. Галилей и И. Нютон. По този повод Й. Кеплер пише: "Аз...се осмелявам да мисля, че цялата природа и благословеното небе са записани на езика на изкуството на геометрията" [15]. По-точно, математиката - това е граматиката (навярно синтаксиса) на езика на науката. Тук основно отправната точка не е в тези функции, които математиката изпълнява в развиващата се система на научните познания. Преди всичко математиката следва да се възприема като ефективно средство за извеждане на хипотези, съгласувани с определен контингент от научни знания.

Една разновидност на формализацията е аксиоматичният метод за изграждане на математическите знания. "Под аксиоматичен метод за построяване на определена научна дисциплина се разбира такова нейно изграждане, при което редица предложения от дадената научна област се приемат без доказателство (участващите в тях понятия са неопределяеми), а всички останали знания се извеждат от тези предложения по предварително фиксирани логически правила или закони"[16]. Този метод води до формиране на система от абстрактни обекти като се определя само структурата на системата, а природата на нейните обекти остава неопределена във всички отношения (освен едно - те се съгласуват с тази структура). Всяка спецификация на природата на обектите в този случай представя модел на абстрактна система, т.е. някаква система от обекти, която удовлетворява определени зависимости в дадената абстрактна система и, освен това, удовлетворява още някакви допълнителни изисквания. Явявайки се резултат от вътрешната еволюция на математиката, аксиоматичният подход дава възможност за строго подреждане на разсъжденията, за по-добро разкриване на логическите връзки между понятията и математическите твърдения, и прави излаганата теория логически стройна.

Всичко казано дотук е добра предпоставка да се вникне в същността на самата математика. В математиката, както и във всяка друга наука, се осъществява придвижване на познанието от чувствено възприеманите обекти към обобщения, абстракции, развиващите се системи на които позволяват все по-задълбочено да се отразяват конкретните черти, особености, закономерности на реалната действителност.

---

[15] Кеплер, И. Математика в современном мире. Москва: Мысль, 1967, с. 112.

[16] Садовский, В. Н. Аксиоматический метод построения научного знания. // Философские вопросы современной формальной логики. Москва, 1962, с. 215.

1.2. Приложимост на математиката в другите науки и в практиката

Характерна особеност на направения исторически преглед в развитието на математиката е наблюдаваният процес на навлизането й в различните отрасли на знанието. Този процес допринесе за възникването на много плодотворни идеи в последните години, които стоят в основата на кибернетиката, в овладяването на Космоса, развитието на компютрите, създаването на мощни мобилни оператори и редица други направления в научно-техническия прогрес. Математическото моделиране и формализиране в химията, физиката, биологията, електрониката и в много технически науки доведе до ускоряване на процесите в изследователската дейност, допринесе за по-бързото придвижване на постиженията на науката в практиката. Разглеждайки основната роля на всяка наука[17], академик Кендеров извежда специфичните възможности за приложимост на математиката така: "... когато в една област на математиката се реализират нови методи, намират се нови структури (обогатява се предметът на математиката - б.а., Б.А.), постигат се нови резултати, те повлияват върху съседни области, а чрез тях на свой ред и на всички останали. Става нещо подобно на дифузия. И то става благодарение на възможността да се формулират нещата на различни математически езици, с които хората обикновено не са свикнали, защото в различните области се използва характерна на тях терминология. Преформулирането от един език на друг, което на пръв поглед не би следвало да води до нищо ново, се оказва в края на краищата много полезно. Намирането на тези речници, условно казано, формулирането на едно и също свойство по различни начини и преформулирането му от един език на друг - това е математическа дейност. Без нея много от нещата в науката щяха да останат изолирани. Нямаше да се осъществява и този феномен - напредъкът в една област да води до напредък в други области"[18].

Математическите методи и електронно изчислителната техника през втората половина на XX век навлязоха в сферата на икономиката, управлението на производството, те подпомагат рекламните кампании, променят методите на журналистическите разследвания и изследванията в биологичните лаборатории, дават възможност на маркетолозите да изграждат и налагат нов тип взаимоотношения с потребителите, позволяват на социолозите да извеждат редица тенденции в соци-

---

[17] В тази връзка П. Кендеров посочва: ”Днес придоби значителна популярност изразът “ноу-хау”, който за мнозина е синоним на понятието наука. Работата естествено е по-сложна. Според мен първо трябва да има “зная, че” – т.е. да има факти. След това идва “зная как” – да имаме технологиите, които показват как да правим нещата. Напоследък, обаче, освен “зная, че” и “зная как” е особено важно и “зная къде” – примерно къде да намерим информация. И на един следващ етап идва и “зная защо” – защото всяка висока наука има тази основна цел. Ролята на математиката е свързана в най-голяма степен именно с този етап”. (Кендеров, П. Връзката между отделните неща много често минава през математиката. Науката – новите тенденции. Съставител Николай Матеев. Свят, 2001, с. 124).

[18] Цит. по Кендеров, П. Връзката между отделните неща много често минава през математиката. Науката – новите тенденции.Съставител Николай Матеев. Свят, 2001, с. 125.

алния живот. Всичко това дава основание да се направи изводът, че приложението на математическите знания е водеща тенденция в развитието на съвременната наука.

Този разгърнал се процес на приложение на математиката е една напълно обективна закономерност в развитието на науката, т.е. показва едно от проявленията на засилващата се интеграционна тенденция, характерна за съвременния етап на научното познание. Наблюдаваме в наше време как математици и компютърни специалисти обединяват усилията си и се намесват в бизнеса, налагайки по нов начин математическите знания. Свидетели сме на това, как математиката и компютърното моделиране преобразиха науката и технологиите.

Както нееднократно беше подчертавано, характерно за съвременната наука е наличието не само на процес на диференциация, появяване на нови клонове в знанието, но и на допълващия и взаимообвързан с нея процес на интеграция. Интеграцията на науката е твърде сложен процес, осъществяван като следствие на изискването на обществената практика и усъвършенстване на производството, а така също и във връзка с вътрешните закономерности в развитието на научното познание. Това са двата главни фактора в процеса на приложението на математиката - вътрешната логика за развитие на самата математика и потребностите на практиката. При това вътрешната логика тук се проявява в качеството на форма за теоретичното развитие на науката на основа на изискванията на практиката. В процеса на интеграция на науката подобаващо място заемат методите на математиката и идеите на кибернетиката. В тази връзка академик Кендеров изтъква, че "сега, с помощта на компютрите, на тези супер бързи машини, решаването на такива задачи (на практиката - б.а., Б.А.) вече става възможно и за неспециалисти. Възможно е също така и решаването на много практически задачи, което веднага води до обединяване на усилията на различни математически области, както и на математиката с другите науки. Това е също един много съществен и мощен импулс за интеграционните процеси в цялата наука"[19].

Наченки на математизация (приложение на математиката) се наблюдават още в епохата на разрушаването на античното робовладелско общество, когато развитието на математиката в течение на няколко века става главно в страните от Близкия и Средния Изток - в същите страни, люлки на най-древните цивилизации, които са били основни културни и научни центрове по това време. Развитието на математиката през този период значително надхвърля равнището на математиката от времето на Птоломей - тук се имат предвид такива области на математиката като търговската аритметика, алгебрата и нейните приложения, геометричните пресмятания и построения. Наблюдава се поврат на математиката към практическите задачи, решаването на които е предизвикано от развитието на производството, транспорта, търговията, и на такива практически науки като астрономия, меха-

[19] Цит. по Кендеров, П. Връзката между отделните неща много често минава през математиката. Науката – новите тенденции. Съставител Николай Матеев. Свят, 2001, с. 123.

ника и оптика. Този процес е започнал много по-рано, още в елинистичната епоха, но е бил прекъснат от разпадането на античния свят.

Известно е, че първите записки на Леонардо да Винчи се отнасят към 1490 г., когато е бил в зряла възраст, и обхващат един период от около 30 години преди неговата смърт. Тези записки започват така: "Нека никой, който не е математик, не дръзва да чете моите трудове"[20]. За съжаление този ненадминат художник, велик учен, изпреварил със своите изобретения научната мисъл с векове, не е оставил систематизирано изложение на своите идеи, а само многобройни записки. В една от тях той пише: "От всички, заслужаващи изучаването на първопричини и действащи начала в природата, възторг у зрителя предизвиква преди всичко Светлината, а от забележителностите на Математиката - разумът на изследователя в несравнимо по-висока степен, отколкото всичко останало, издига неоспоримостта на нейните доказателства"[21]. Тънкостта и дълбочината на създадените по това време теории са били оценени едва през XIX век, а понякога и чак през XX век, дори и в наши дни. При това стилът на математическите произведения по онова време не се различава от съвременния. Теоретичните резултати са извеждани въз основа на краен брой предпоставки и твърденията в тях са доказвани чрез крайна верига от логически умозаключения или ефективни построения.

Проблемът за математизацията стои на вниманието на учените и през XVII век, когато самата математика достига значително ниво на развитие и успешно се използва в механиката и оптиката, където вече се провеждат задълбочени и обширни математически изследвания. И макар в другите области на естествознанието приложението на математиката да се е ограничавало само в установяването на първите и съвсем елементарни количествени закономерности, "при това, рационалистическата философия на 17. в. вече издига идеята за универсалността на математическите методи (напр. на Лайбниц, Нютон, Декарт, Ферма и др. - б.а., Б.А.), което придава особена яркост на устремеността на тази епоха в развитието на математиката"[22].

Много съществен момент за този период е обстоятелството, че математиката започва да проявява нарастващо внимание към практиката и особено към техническите задачи. Наблюдава се коренна промяна в отношението между науката математика и техниката, като за това определена роля има държавата, която започва активно да привлича учените за решаването на технически задачи. По-голямата част от учените-математици едновременно са инженери и проектанти, например Стевин се е занимавал с хидротехника, Тарталия - с балистика, Кардано - с теория на механизмите, Кеплер, Галилей, Нютон и Хюйгенс правят телескопи. Бележити-

---

[20] Леонардо да Винчи. Избраные естественонаучные произведения. Редакция, превод, статья и коментари В. П. Зубова. Москва, 1955, с. 19.

[21] Цит. по Леонардо да Винчи. Избраные естественонаучные произведения. Редакция, превод, статья и коментари В. П. Зубова. Москва, 1955, с. 91.

[22] Колмогоров, А. Н. Математика. БСЭ. Изд. 2. Том 26, 1976, с. 27.

те математици Лайбниц и Паскал поставят основите на първите аритметични сметачни машини, чиито настоящи представители са компютрите. В много от областите на технологиите учените-математици са изпреварили майсторите и занаятчиите.

Математиците през този период са били също физици, астрономи и дори философи, независимо от конкретните им предпочитания към определени области на математиката. Всичко това потвърждава тезата за големите възможности, които предоставят постигнатите теоретични резултати в математиката за приложение в други научни области и най-вече в практиката, за решаването на конкретни технически задачи. "Ярки примери за това са механиката и методът на флуксиите на Нютон, учението за всеобщата характеристика и смятането с безкрайно малки на Лайбниц или пък изследването на Хюйгенс за часовника с махало, в което една от най-важните за навигацията и астрономията технически задачи се решава въз основа на взаимодействието между разработените за нея понятия и методи на математиката и механиката - методи, които авторът веднага развива понататък, отколкото изисква решението на самата задача"[23].

Съществуват много примери за преките връзки на математиката със задачите на практиката. Така например, Декарт достига до задачата за допирателните (тангентите), изследвайки лещите, които имат формата на ротационна повърхнина и пречупват светлинните лъчи по строго определен начин. Решението той намира във вид на овали, които впоследствие са известни с неговото име, и с открития от него общ алгебричен метод за намиране на тангенти. Декарт извежда и търсените свойства на тези овали. Впоследствие задачата за намиране на тангенти наново се поставя при изследване на механичното движение и по този начин се достига до други неалгебрични начини за нейното решаване. Чрез тези нови подходи по същество се правят първите стъпки в диференциалното смятане.

По това време редица математици непосредствено са привличани като експерти при решаването на различни технически въпроси, което естествено задълбочава пряко техните научни интереси. В потвърждение на това следва да се посочат увлеченията на Ойлер по проблемите на "морската наука" през 30-те и 40-те години. Малко по-късно той се опитва да насочи някои свои теоретични изводи към проектирането и конструирането на водни турбини. Могат да се приведат примери от задълбочените изследвания на Ойлер, по-конкретно в областта на балистиката, каналостроенето и хидродинамиката. Напълно естествено е практическото прилагане на теоретичните резултати да не се осъществява веднага, поради обстоятелството, че е необходимо време за адаптиране на чисто математическите изводи към реалностите.

След епохата на Възраждаждането голяма част от учените започват да проявяват нарастващо внимание към големите възможности за приложимост на постигнатите от математиката резултати. "Академиите на науките специално поощ-

[23] Цитат от История на математиката. Том III. София: Наука и изкуство, с. 13.

ряват изследванията по приложна математика като организират международни конференции и обявяват големи награди за най-добрите резултати. Такива са например многобройните конкурси по теория на движението на планетите и кометите, неведнъж обявявани от Парижката и Петербургската академии, конкурсът на Парижката академия по теория на морските приливи и отливи, редица конкурси по въпросите на корабоплаването и корабостроенето, компасното дело, оптичната техника и др."[24].

Още през XVIII век Кант провъзгласява: всяка наука е дотолкова наука, доколкото тя е математизирана. И не само издига този лозунг, но изгражда своята концепция за това на основата на Евклидовата геометрия. Радикални изводи в тази посока прави А. Айнщайн през 1934 г.: "Целият предшестващ опит ни убеждава в това, че природата представлява от само себе си реализация на прости математически мисловни елементи... Без съмнение, опитът си остава единствен критерий за пригодността на математическите конструкции на физиката. Но истинското творческо начало е присъщо именно на математиката"[25] Като потвърждение на този знаменит тезис на А. Айнщайн могат да се посочат редица примери.

В историята е известен незабравим, вълнуващ случай, когато на лист хартия е поместена цялата вселена. През 1846 г. френският астроном Левери с помощта на молив и лист хартия открил още никому неизвестна планета. Съгласно неговите математически изчисления, движението на вече известните шест планети било такова, че в Слънчевата система би следвало да присъства още една, седма планета. И действително, математическите изчисления на А. Бувар и Д. Адамс[26] водят до откриването на тази планета - Нептун. Математическият модел на Слънчевата система проработва безотказно.

За да се построи такъв модел е било достатъчно да се изразят математически наблюдаваните закономерности, на които се подчинява движението на известните планети, след което да се сравнят резултатите от тяхното фактическо движение с получените математически правила. Сравнението показало, че правилото се нарушава, при това се нарушава систематически, по някакъв определен закон. Причината би могла да бъде само една - разчетените орбити на видимите планети се изкривяват под мощното въздействие на силите на притегляне на някаква друга, невидима планета. Без да я вижда с телескоп Левери точно изчислил нейната орбита. Така жителите на Земята за първи път узнали за съществуването на планетата Нептун.

Друг пример от подобен характер е теоретичното предсказване на съществуването и на свойствата на античастици от П. Дирак[27] . Тук е особено осезаема творческата роля на математиката, с нейните възможности да откроява качестве-

---

[24] Цитат от История на математиката. Том III. София: Наука и изкуство, с. 12.

[25] Эйнштейн, А. Собранные научных трудов. Том 4. Москва: Мысль, 1966, с. 184.

[26] Вж. Клайн, М. Математика: Утрата определенности. Москва: Мир, 1981

[27] Вж. Дирак, П. Принципы квантовой механики. Москва: Физматгиз, 1960.

ните своеобразия на явленията посредством знанията за техните количествени страни. Впоследствие откриването на самите античастици потвърждава създадената от П. Дирак математическа хипотеза и още веднъж демонстрира както голямото значение на математическия апарат за квантовата механика, така и взаимовръзката, която съществува между експериментите и математическите методи за изследване на микропроцесите.

Математическият модел - това е толкова абстракция, колкото и реалност. Следователно математиката представлява този чудесен материал, от който може да се построяват модели на невъзпроизводимото - на Слънчевата система, атомното ядро, икономиката.

Състоянието на естествените науки в началото на XX век се характеризира с бурни промени. През тези години бяха направени редица изключителни открития, обърнали изцяло традиционната система като че ли утвърдени вече физични канони. В математиката се появиха забележителни идеи и открития, които подготвиха появата на новата, квантова физика. С изведените теоретични резултати в работите на Фредхолм, Шмидт, Хилберт, Стеклов се поставиха основите на функционалния анализ и спектралната теория на операторите. Като примери на собствени стойности на операторите в класическата физика могат да се посочат собствените честоти на колебанията на различни механични, електрически и други системи.

Класическата физика при изучаването на светлинните явления успя много добре да се ориентира в такива въпроси като отражение и пречупване на светлината. Вълновата теория на светлината, създадена от Максуел като математически резултат от уравненията с частни производни, които описват поляризацията на вакуума, даде научно обяснение на процесите дифракция и интерференция. Математически беше обосновано явлението поляризация на светлината, при което магнитното и електрическото поле на светлинната вълна трепти само в определено направление. Уравненията на Максуел представят в по-строг вид известното още от XVIII век вълново уравнение. Като резултат от това е изводът за вълновия характер на разпространението на електромагнитното поле, като при това се изчислява скоростта на разпространение на вълните на това поле, равна на скоростта на светлината.

Откриването на електромагнитните вълни, т.е. на радиовълните, е плод на математически описания на природни явления от Максуел и Херц, който проверил неговите изводи опитно в резултат на математическо изследване на уравнения, свързващи електрическите свойства на средата и вакуума. Без построяването на математически модел, описващ свойствата на средата, откриването на радиовълните би било съвършено невъзможно.

Най-широко присъствие на математическите методи в наши дни се наблюдава в теоретичната физика. С помощта на математиката се осъществява търсенето на нови теоретични резултати и много често се трасират пътища за експериментални изследвания във физиката. "Математиката за физиката се явява не просто инструмент, с помощта на който се изследват различни явления. Математиката -

това е основен източник на представянията и на принципите, посредством които се създават нови теории"[28], посочва големият учен-физик Ф. Дайсън. Математиката служи на физиката не само като своеобразен език за изразяване на вече натрупани знания за различни явления и процеси, за извеждане на техни еднородни свойства, но и позволява от установените количествени съотношения, характерни за тях, да се изведат нови данни за по-рано неизвестни, скрити качествени страни на тези явления и процеси. Ето защо никоя физична теория на съвременния етап от своето развитие не може да бъде плодотворна без изразяване на нейните основи и закони в математическа форма. Без математическите методи биха били невъзможни успехите на ядрената физика, овладяването на Космоса, развитието на тези супер бързи машини - компютрите.

Математиката в нашето съвремие, освен физиката, дълбоко пронизва такива науки като аналитична механика, химия, астрономия, все повече навлиза в биологията, медицината, лингвистиката, социологията, психологията, които преди това почти не са я използвали. Протича процес на засилена математизация на научното познание, в резултат на което една от характерните черти на науката в наше време е всестранната разработка на подходи и методи за формализиране на познанието, което се абстрахира от реалната същност на изходните структури. Напълно оправдани са разсъжденията на академик Кендеров, че "математиката е удобна, проста среда, в която могат да се моделират същностните характеристики на процесите и явленията. В това е силата й. За да се разбере характерът на изследваните явления много често е целесъобразно да се направят значителни опростявания. Тогава истинската природа на даденото явление или процес може да изпъкне по-релефно и то по-лесно се подава на изучаване. Математиката е изключително удобна среда за извършване на подобни операции"[29]. В тази връзка възниква въпросът: Какво предлага математиката на другите науки? Преди всичко език от символи за описание на количествените зависимости на процесите и явленията в реалната действителност. Освен това, математически методи за изразяване на присъщите им свойства и за анализиране на техните връзки. А също така, метод на математичското моделиране на физически, химически, биологични, икономически и други процеси. Накрая, "математиката като универсално понятийно средство, осигуряващо общуването в света на науката"[30]. Всичко това превръща математиката в инструмент за непосредствено изследване на обективните закономерности и извеждане на нови теории.

Същността на математизацията се изразява преди всичко в проникването на математическите методи в другите науки, в използването и прилагането от тях на акумулирания математически апарат. Основната идея на математизацията на дру-

---

[28] Дайсън, Ф. Математика и физика. // Успехи физических наук. 1965, с. 352.

[29] Цитат по Кендеров, П. Връзката между отделните неща много често минава през математиката. Науката – новите тенденции. Съставител Николай Матеев. Свят, 2001, с. 125.

[30] Печенкин, А. А. О соотношении математики и реальности. // Вести моск. ун-та, сер. 7. Философия, № 4, 2008, с. 121.

гите науки се състои в това, че математиката се явява логическа форма за изразяване на количествените закономерности и взаимоотношения на света. Тъй като развитието на естествените науки допринася все повече за изясняване на съществуващите количествени взаимоотношения на природните явления, това неизбежно води до необходимостта от разкриване на тяхната количествена страна и техните пространствени отношения, т.е. целият ход в развитието на естествознанието допринася за използване на математически методи за изследване в него. От друга страна, развитието на самата математика създава все по-гъвкав апарат, приложим при изучаването на сложни количествени взаимоотношения в света, което откроява реални възможности за математизация на много научни области.

Основната причина за протичане на процеса на математизация се изразява преди всичко в качествения ръст на научното познание. Това създава условия за приложението на математиката, тъй като това приложение в коя да е област на науката е възможно само в този случай, когато в тази област системата от понятия и категории е разработена толкова ясно, че да допуска математичска формализация. Причината за възможността за приложимост на математиката се крие и в развитието на самата математика, която изгражда адаптивен математически апарат, способен да изследва количествените взаимовръзки в новите сфери на реалния свят. В тази връзка следва да се отбележи, че "математиката притежава тази способност - да произвежда резултати, които в момента не са непосредствено необходими и ще трябва да лежат и да чакат, докато им дойде времето. Тя може да предсказва връзки, които по-нататък ще станат полезни"[31].

Освен това, за ускоряване на процеса на математизацията на научните области особено много допринася създаването и развитието на електронно-изчислителната техника (бързодействащите компютри), позволяваща да се автоматизират формализираните видове умствен труд, т.е. тези видове умствени дейности, които могат да бъдат представени като строга последователност от логически операции. Тази тенденция доведе до коренно преобразуване не само в научните изследвания, но и в ежедневната дейност на човека въобще. През последното десетилетие голяма част от човечеството пренесе работата, контактите и пазаруването онлайн. Захранват се огромно масиви на мрежите с дигитални данни, които съвсем доскоро са залежавали на хартия. Целият огромен масив от данни за различни видове дейности от нашия живот вече се съхранява в бази от данни, голяма част от които са публично достояние посредством интернет. Но дори и с помощта на най-мощните компютри и изобилието на перфектни запаметяващи устройства, анализаторите не могат да сортират разрастващия се океан от данни без осезаемата намеса на математическия апарат и компютърните експерти. В тази връзка академик Кендеров споделя: "Основната характеристика на компютъра е, че той е изключително гъвкав и универсален инструмент. Той създава напълно нова среда. Компютърът и

[31] Цитат по Кендеров, П. Връзката между отделните неща много често минава през математиката. Науката – новите тенденции. Съставител Николай Матеев. Свят, 2001, с. 128.

човекът по начало е ново качество. Но същевременно то е и твърде различно качество, защото всеки може да го използва по различни начини. А човек с компютър, свързан с интернет, който има и достъп до световните бази данни, до днешната глобализация - това става вече съвършено ново, много по-различно качество. Но математиците като че ли по-малко се притесняват от ускорението, с което се усъвършенстват компютрите, защото може би по-добре го разбират"[32].

Изводът, който следва от изложеното дотук, е, че математизацията е не само вътрешна закономерност в развитието на науката, тя е обусловена не само от вътрешната логика на научното познание, но и от външните фактори, определящи развитието на науката - потребностите на високите технологии, икономиката, обществото и т.н., или на практиката в най-широк смисъл на думата.

Изучавайки все по-задълбочено количествените закономерности на реалния свят, обхващайки все по-нови области от количествените взаимоотношения, математиката на нашето съвремие предлага все по-мощен инструментариум. Сега особено важно е обстоятелството, че математическият апарат може да описва не само количествената страна на изследваните процеси, но и да характеризира по определен начин качествената им страна. Ето защо математиката придобива и по-голямо евристическо значение. Тази нова и твърде специфична особеност на математическия инструментариум има за своя обективна основа това обстоятелство, че в реалните процеси количествената страна съществува само в конкретно качествено съдържание, количеството като такова е абстракция, а в действителност то винаги е количество на някакво определено качество.

При всички доказани закономерности и плодотворности на математическите методи на изследване не е допустимо те да бъдат абсолютизирани. В тази посока напълно основателно е мнението на известния български учен Гарабед Минасян, че "използването на усъвършенствана математическа техника може да установи определени принципни съотношения и взаимодействия, които се оказват не особено полезни за непосредствената практика"[33]. Използването на математиката е ефективно там, където понятията имат стабилен характер и става съществена задачата за изясняване на взаимоотношенията между тези понятия. В тези научни теории, в които главно внимание се отделя на съдържателното изследване на действителността, математическият апарат има второстепенно значение и е целесъобразно да се прилага за извеждане на някакви хипотези, решаване на частни научни задачи и т.н.

В заключение може да се направи изводът, че констатираната математизация на някои научни области е в резултат от самото им развитие, пряко следствие от задълбоченото човешко познание за същността на явленията от реалната действи-

---

[32] Цитат по Кендеров, П. Връзката между отделните неща много често минава през математиката. Науката – новите тенденции. Съставител Николай Матеев. Свят, 2001, с. 136.

[33] Минасян, Г. Икономическа мисъл: търсене на устойчивост и адаптивност. // Икономическа мисъл, 2006, № 5, с. 43.

телност, от натрупаните колосални количества експериментално установени факти, и от самите потребности на практиката. За засилването на математизацията на науката съществен принос има и установеното развитие на математиката, на нейните методи и инструментариум. Нещо повече, бурният възход на математиката създава усещането, че хората са безсилни, имащи чувството, че математиката ще определя съдбините им от кредитния рейтинг до генотипа им.

2. Предпоставки за приложение на математиката в икономиката

2.1. Икономиката като обект на математическото моделиране

Всяко научно изследване трябва да включва позоваване (експлицитно или имплицитно) на набор от предложения относно основните понятия, способстващи за реализацията на поставената цел. Благодарение на него могат да се подберат сред множеството ситуации и аспекти на използваните понятия онези, които открояват най-същественото и типичното (от позициите на съответните автори) в тяхното научно съдържание. Водещо място в тази част от изследването естествено следва да се отдели на "икономиката".

В "Икономическа енциклопедия" под "икономика" се разбира "сложна система от взаимосвързани дейности с променящи се структури, функционални и организационни характеристики, преобразуващи ограничени ресурси (входни елементи) в обществени полезности (изходни ефекти) чрез избор на различни алтернативи"[34]. Естествено е измежду всички възможни варианти за избор да се търси онзи/онези, при който/които на основата на предварително определени критерии се постига най-добър ефект. Както е известно, намереният възможно най-добър вариант от множеството алтернативи в математиката се нарича оптимален. Освен това тази "сложна система от взаимосвързани дейности", без презумпцията за рационалност на икономическите субекти, за стремежа им да максимизират полезността и печалбата, не може да бъде ефективно управлявана. Интересно е да се отбележи мнението на академик Евгени Матеев в тази насока: "Икономиката ... трябва да представлява съвкупност от производители, които са свързани един с друг чрез стокови потоци и поради това образуват система. Навътре в качеството си на подсистеми, фирмите-производители се управляват с преки команди (колко и какво да се произведе, по каква цена да се продаде), т.е. представляват система от кибернетичен тип. Навън, в мащаба на макросистемата, те са самостоятелни центрове на решения, т.е. управляват се не от сигнали, постъпващи от центъра, а по съображения за самозапазване и за относителни позиции в конкурентната борба, по правилото "който успее", при това субекти на конкуренцията са именно фирмите, а не направо отделните личности. По-нататък адекватността на модела изисква диференциалното положение на фирмите-производители да зависи не от някаква преценка отгоре, а от това, коя от тях с каква маса печалба разполага като главна ико-

[34] Икономическа енциклопедия. София: Наука и изкуство, 2005, с. 271.

номическа сила в конкурентната борба и следователно като оптимизираща функция в задачата за екстремум"[35].

Включването на понятието "оптималност" в системата на икономическите категории позволява изразяването на предпочитанията на икономическите субекти, както и начините за съизмерване и градиране на тези предпочитания. Обосновавайки необходимостта от използването на математическото моделиране и системния анализ в икономиката, проф. Камен Миркович отбелязва: "Налице са свойствата многовариантност и неопределеност на икономическата система. Върху тази основа възниква необходимостта от вземане на управленски решения... Определянето на най-доброто управленско решение се извършва чрез икономическата оптимизация"[36].

Друг аспект на функционалистката трактовка на "икономиката" предлага В. Н. Шляпин при извеждане на теорията за триадата в нейното циклично развитие: "Икономика - съпкупност от икономически ресурси, стопански субекти и стопански отношения между тях и външно икономическо обкръжение"[37]. В предлаганата трактовка под икономически ресурси се има предвид всички видове ресурси, които се използват или могат да бъдат използвани за постигане на икономически резултати.

В малко по-различна светлина се извежда понятието "икономика" в някои учебници. "Под "икономика" се разбира тази област на човешкия живот, която е свързана с производството, размяната и потреблението на блага и услуги"[38]. Внимателният анализ на трактовките на понятието "икономика" неминуемо води до т. нар. "сфера на производството и разпределението на материални блага, т.е. до индивидуални и колективни дейности, насочени към преобразуване на природни ресурси в материални блага. Ограничеността на разполагаемите ресурси, от една страна, и неограничеността на потреблението на блага, от друга, поражда необходимостта стопанските субекти да се стремят към фундаменталната за икономическия подход презумпция за рационалност. Последната следва да се разглежда като най-важната същностна характеристика на стопанските субекти. Тук рационалността следва да се възприема като постоянно изявяваща се склонност на стопанските субекти да вземат решения и да предприемат действия, които най-добре съответстват на предварително набелязаните от тях цели. Следователно, рационалността трябва да се разглежда като целерационалност или инструментална рационалност, а управленският подход се свежда до това - каква алтернатива ще изберат стопанските субекти в определена ситуация.

---

[35] Матеев, Е. Икономико-математическо направление в икономичските науки – състояние и тенденции. София: БАН, 1986, с. 14.

[36] Миркович, К. Утвърждаване на системния подход в икономическата теория. // Икономическа мисъл, 2006, кн. 5, с. 70.

[37] Шляпин, В. Н. Теорий триады цикличного развития. // Сборник статей. Москва, 2003, с. 491.

[38] Узунов, Ат. и др. Микроикономика. София: ГорексПрес, 2003, с. 18.

В направената интерпретация на рационалността остава неразрешен въпросът за процедурата, чрез която стопанският субект осъществява рационалния избор. Тази процедурна рационалност изисква субектът на икономическия избор да търси такива възможности, които ще му позволят да намери най-ефективния път към реализация на целите си. Една добра възможност за намиране на такъв ефективен път предлагат целевите функции в оптимизационните математически модели.

От наша гледна точка "икономиката" може да се възприема като съвкупност от определени организации[39], всяка от които решава стоящите пред нея проблеми за рационално водене на стопанска политика. Задачата за рационално провеждане на стопанска политика се извежда като съществен момент при изследване на "новата икономика", чието начало е поставено през 90-те години на миналия век в редица напреднали страни като САЩ, Холандия, Норвегия, Австралия и др.[40]

Наблюдаваните в края на XX в. стремителни и мащабни промени, протичащи в областта на производствените технологии, инфраструктурата, формите на организация и функционирането на световната икономика обусловиха появата и въвеждането на понятието "нова икономика". Важните същностни характеристики на новата икономика според Ат. Леонидов[41] се свеждат до:

- проникващи иновации и технологична промяна;
- проникващо развитие на човешки ресурси;
- ефективна инфраструктура;
- биснес среда, осигуряваща благоприятни условия за предприемачество и иновации.

Безспорно, за постигане на значими резултати в развитието на "новата икономика" са необходими иновационни процеси, свързани с техниката, технологиите, материалите, информацията, управлението, квалификацията, инфраструктурата и т.н. Само подобни процеси могат да бъдат качествени фактори на икономическия растеж, който е база на икономическото развитие.

По-широките интерпретации на "новата икономика" прибавят към посочените характеристики още някои, които следва да се възприемат като едно допълнение:

---

39 Организациите според Дъглас Норт са “групи от индивиди”, обвързани чрез определена обща задача за постигане на някаква цел” (вж. Норт, Д. Институции, институционална политика и икономически резултати. София: ЛИК, 2000, с. 12-15.

40 Изяснявайки ролята на стопанската политика в условията на “новата икономика” Ат. Леонидов изтъква, че “... Решаването на този проблем (рационално водене на стопанска политика б.а., П.И.) се свързва със създаването на подходяща икономическа среда за стимулиране на дългосрочния растеж при спазване на фундаменталните принципи и правила за осигуряване на макроикономическа стабилност, отваряне на националните стопанства и ефективно функциониране на конкуренцията” (вж. Леонидов, Ат. “Новата икономика”: модели на правителствена политика. // Икономическа мисъл, 2003, № 3, с. 3.

41 Цитат по Леонидов, Ат. “Новата икономика”: модели на правителствена политика. // Икономическа мисъл, 2003, № 3, с. 18.

- висока степен на интегриране на производството, на финасовите и информационните потоци не само на национални и регионални нива, но и в пределите на световната икономика;

- настъпиха съществени промени в начините на организиране и функциониране на икономиката (капитализация на мощните компании, внедряване на мрежовите форми в международните организации на производство и предприемачество);

- изведени са на преден план проблемите, свързани с използването на екологични ресурси и опазване на самото жизнено пространство;

- наблюдават се нови тенденции в структурата, ролята и качеството на факторите на икономическо развитие.

Разбира се, най-същественото, което е характерно за "новата икономика", е рационалното уплътняване на икономическото пространство и време. Настъпиха колосални изменения и в цялата система на икономически връзки между икономическите субекти. Новият език на икономически отношения, големите скорости и новите форми на обмен на информация, безпрецедентните скорости на сделките и трансформацията на ресурсите, особено на финансовите, доведоха и до изменения във формите на организация на икономиката. Сега основният проблем в икономиката ще бъде не толкова ефективното използване на ограничените ресурси, колкото ефективното включване на практически възобновяемите ресурси. Ясно е, че "новата икономика" поражда необходимостта от нови подходи и методи за нейното ефективно управление.

Неоспорим факт е, че "икономиката" като съвкупност от икономически ресурси, стопански субекти и стопански отношения между тях е изключителен по мащаби и сложност изследователски обект. На този изследователски обект се отделя подходящо място в теоретичното съдържание на икономичската наука. Що се отнася до икономическата наука, подходът, който търси изследователския й обект в някаква специфична система от стопански дейности и връзки, е бил прилаган през твърде дълъг период от историята на икономическата мисъл. Тук става въпрос за тази икономическа наука, която претендира да изпълнява ролята на обща икономическа теория, необходима не само за формиране на фундаментална теоретична база в областта на икономиката, но и за развитие на методологията на анализа при специалните и частните икономически науки, за обосноваване и предлагане на механизми за вземане на стопански решения.

Вече беше посочено, че всяка наука е заставена да постави въпроса за това, какъв е нейният предмет, какво тя изучава, какъв е кръгът от нейните проблеми, какви са прилаганите от нея методи на изследване. С пълна сила този въпрос се отнася и до икономическата теория. Общопризнато определение на предмета на общата теория на икономиката и икономическата теория не съществува. Голяма част от икономистите приемат, че тя е универсална наука, имаща за цел разпределението на ресурсите и икономическото поведение на човека. В този контекст следва да се възприема изведеното определение на общата теория на икономиката - "тя е наука за интересите и поведението на икономическите субекти, за техния рациона-

лен избор при наличие на ограниченост на благата и ресурсите"[42]. Малко по-различна е позицията на проф. Методи Кънев по същността и съдържанието на предмета на общата теория на икономиката, която според него "има за предмет онези специфични черти и свойства на системата на икономиката, които качествено я отличават от останалите системи на обществото и които я правят именно икономика"[43] Според възприетия подход, на икономически анализ подлежат само онези социални взаимодействия, които са опосредствани от (имат за свои носители и резултати) материални блага.

От изложеното по-горе може да се направи изводът, че предметът на икономическата теория може да се сведе до изследване на поведението на хората и групите в производството, разпределението, обмена и потреблението на материални блага с цел удовлетворяване на потребностите при ограничени ресурси. Посочената ограниченост на ресурсите не следва да се възприема в чисто физически смисъл (а защо не и така), а като невъзможност да се осъществи задоволяване на нарастналите потребности на всички членове на обществото едновременно и напълно. От друга страна, тази ограниченост поражда конкуренция при тяхното използване.

Други опити за определяне на предмета на икономическата наука са свързани с това, че тя е изградена като теория за рационалния избор из множеството на алтернативните възможности, или като теория за рационалното използване на ресурсите. За постигането на този рационален избор (на стопанския субект или изследователя) винаги има ограничен брой адекватни начини (а често и само един е ефективен) и клонящо към безкрайност количество погрешни подходи. Намирането на този ефективен начин може да се постигне в процеса на вземане на оптимални решения от стопанските субекти, което би могло да се постигне посредством целесъобразен избор на адекватен математически апарат. Този избор се отнася както до формализираното представяне на възможните алтернативи, така и до емпиричната им проверка. В подкрепа на това ще посочим възобновения интерес на редица изследователи към кардиналистката версия на маржинализма (върху който ще се спрем по-подробно впоследствие) и преди всичко към теорията на очакваната полезност на Франк Найт[44] и теорията на игрите на Джон фон Нойман и Оскар Моргенщерн[45]. Количественото определяне (математически образ) на възможните предпочитания на стопанските субекти се оказва мощно средство за избор на оптимални решения, когато трябва да се прави избор от възможни алтернативи, особено в условията на неопределност и риск. В тази връзка проф. Камен Миркович посочва, че "Когато един математически образ на дадена реалност (в т.ч. и на икономическа реалност) е истинно (макар и субективно) нейно отраже-

---

42 Цитат по Узунов, Ат. и др. Микроикономика. София: ГорексПрес, 2003, с. 17.

43 Кънев, М. и др. Микроикономика. Свищов, 2007, с. 12.

44 Knight, F. Risk. Uncertainity and Profit. London School of Economics. Harper, 1965.

45 Neuman, J., Morgenstern, O. Theory of Games and Economic Behavior. Princeton University Press, 1953.

ние, този образ, колкото и да е сложен и дори понякога неразбираем за лаика в разглежданата област, е необходим продукт на нейното научно изследване. Той е резултат от количествено-качественото изследване на единния същностно-феноменален икономически обект със специфични средства на математиката, потребността от което произтича от специфичния характер на определени страни от характеристиките на този обект" [46].

Още в средата на XVIII в. придворният лекар на крал Людовик XV Франсоа Кене предложил количествен модел на националната икономика, който нарекъл "икономическа таблица". В първия фундаментален труд по политическа икономия - знаменитата творба на Адам Смит "Изследване върху природата и причините на богатството на народите" (An inquiry into the nature and causes of the wealth of nations), издаден в Лондон през 1776 г., при внимателен прочит може зад характерните за това време многословни разсъждения да се открият изложения на някои строги математически закономерности, присъщи на много икономически явления. Както е известно Адам Смит има значителен принос в създаването и развитието на трудовата теория на стойността, където е залегнала постановката, че стойността на стоката се определя от количеството труд, вложен за нейното производство. Поради това стоките се разменят в количествено съотношение, обратно на съотношението между количествата на вложения в тях труд[47].

По-късно през 70-те и 80-те години на XIX в. математическите методи придобиват особен статут в икономиката в т.н. "епоха на маржиналната революция"[48]. Един от първите, който прави опити математически да представи условия за успешна пазарна координация е Леон Валрас. Той се счита за основател и най-крупен представител на математическата школа в субективната политическа икономия. Заедно с Антоан Курно той е един от най-утвърдените привърженици на приложението на математическите методи в политическата икономия и икономическата теория изобщо.

Представителите на математическата школа са считали, че икономическата теория, като важна научна област, трябва да бъде изградена по начин, по който са

---

[46] Маркович, К. Политическа икономия и икономика: критика на становищата за общото и различното между тях. // Икономическа мисъл, 2003, № 4, с. 24.

[47] Вж. Смит, А. Богатството на народите. София: Партиздат, 1983.

[48] "Маржинална революция – въвеждане на маржинализъм, т.е. на пределни величини (пределна полезност, пределна производителност, пределна доходност и др.), като главна методологическа характеристика на неокласицизма... Новото "революционно" виждане на неокласиците, в сравнение с класиците, се свежда до схващането им за ограничеността не само на земята, но и на населението (труда) и капитала като производствени фактори; до търсенето на оптимални условия за разпределение на ограничените ресурси; до замяната на класическата теория за икон. развитие с теорията за общото равновесие, почиваща върху принципа на "равния предел"; за производния характер на търсенето на произв. фактори от търсенето на техните продукти; за възнаграждаването на факторите на производство според тяхната дефицитност с величина, резултатна на пазарните цени на продуктите." (Икономическа енциклопедия. София: Наука и изкуство, 2005, с. 423.)

представени природо-математическите (преди всичко физиката) науки. Като единствено средство за постигането на тази цел те са виждали използването на математическия апарат. Така например Антоан Курно е един от първите в историята на икономическата наука, който широко прилага математическия апарат, включително и методите на функционалния анализ в икономическите изследвания. Той извежда като основна мотивация на стопанските субекти, участващи в процеса на пазарния обмен, максимизирането на полезността, разглеждайки я като решение на някакъв математически модел. За първи път А. Курно математически представя търсенето като функция от цената на стоките и на тази база построява своята теория за цените, в която особено място се отделя на различните форми на свободната конкуренция и организацията на стоковото производство. Като цяло, по наше виждане, математическата школа се явява създател на една особена научна област, в рамките на която се провежда успешна математическа интерпретация на пределните ("маржиналните") условия на пазарното равновесие.

Един от крупните представители на английската математическа школа в субективната политическа икономия е Уйлям Джевънс, който също се счита за създател на теорията за пределната полезност. Той приема, че само проблемите, свързани с измерването на количествените признаци са основно препятствие за възможността икономическата теория да се превърне в естествена наука. Той защитава тезата, че основната задача на икономическата наука е извеждане на условия, при които потребителят трябва да бъде максимално задоволен при минимални разходи. За тази цел е необходимо използването на точни статистически данни и математически методи, без които не е възможно да се изследва поведението на потребителя. В тази връзка отбелязва, че "... икономическата наука, ако трябва да бъде наука изобщо, трябва да е математическа наука"[49].

През тази епоха във Великобритания водещ учен-икономист, изследванията на който са оказали съществено влияние върху по-нататъшното развитие на икономическата теория, е Алфред Маршал.

Основните научни приноси на А. Маршал са постигнати в теорията на търсенето, теорията на кратките и дългите периоди в установяването на частичното пазарно равновесие, теорията на издръжката на производството, особен принос има и в използването на математическия инструментариум в икономическата теория, който дава възможност да се изчислят ефектите от изместването на пазарната крива на продуктовото търсене върху отделните параметри при различни степени на ценовата еластичност на пазарното продуктово търсене и ценовата еластичност на пазарното продуктово предлагане. Изрично ще отбележим обаче, че в неговото основно произведение "Принципи на икономиката" математическите разсъждения присъстват преди всичко като приложение, докато теоретичната аргументация е изложена изключително във вербална форма. Ето защо много учени приемат, че А. Маршал е виждал известна ограниченост в използването на математическите

[49] Цит. по Гълбрайт, Дж. Икономическата наука в перспектива. София: Христо Ботев, 1996, с. 157.

методи и модели в икономическата теория, и макар той по-често, отколкото представителите на Австрийската школа, да е прибягвал към математическата теория, в изследванията му основният акцент е насочен към динамиката на икономическите процеси, а не към равновесието. Освен това, дедуктивните разсъждения и използването на математическия апарат той ограничава в кратки логически правила, т.е. в частичния анализ (в това се изразява същността на концепцията за "частично равновесие" като противоположност на общото равновесие). За разлика от Л. Валрас той не прави опит да използва икономическата наука като съвършена математическа система.

Дж. М. Кейнс, както и А. Маршал, по образование са математици, но възприемат математическия инструментариум в икономическата теория с уговорката, че е добре да се използва само в ограничена степен. А. Маршал не веднъж отбелязва, че възможността да се постигнат с негова помощ съдържателни икономически резултати е много малка и затова трябва математическите методи да се използват по целесъобразност.

Друг ярък представител на математическата школа в субективната политическа икономия е английският икономист и статистик Френсис Еджуърт. Той е известен с прекрасната си книга "Математическа психика", която изключително много допринася за развитието на математическото направление. Ф. Еджуърт застъпва тезата, че математиката е удобен инструмент за най-ефективно определяне на икономическите зависимости и отрича необходимостта в икономиката да се изследват причинно-следствените връзки, като приоритет отдава най-вече на функционалните съотношения. Поради това прилага твърде осезаемо в своите научни разработки методите на функционалния анализ за установяване на зависимостите между елементите в икономическите системи.

Ще допълним тези знаменити английски икономисти с имената на Рой Харод и Джон Хикс, считани за създатели и основоположници на неокейнсианската теория на икономическия растеж. Р. Харод прави успешен опит да изведе зависимостта между темповете на икономически растеж и заетостта на работната сила. Създава, заедно с Евсей Домар, динамичен математически модел на икономическия растеж, известен в литературата като "модел на икономичеслия растеж на Р. Харод и Е. Домар"[50]. По същото време Дж. Хикс (носител на Нобелова награда за икономика за 1972 г.) с помощта на математически инструментариум се опитва да изведе

[50] Безспорно голям принос в областта на теорията на икономическия растеж има американският икономист Робърт Солоу, който предлага нова неокласическа версия на модела на икономическия растеж на Р. Харод и Е. Домар. В тази нова врсия той предполага съществуването на взаимозаменяемост на призводствените ресурси, капитал и труд, и на тази база доказва възможността за дългосрочен икономически растеж. В икономическата теория с особена значимост се откроява неокласическият модел на икономическия растеж на Р. Солоу и Суен, чрез който се определя равновесен темп на икономическия растеж, осигуряващ пълна заетост на населението в трудоспособна възраст. (По-конкретно за анализите на теоретичните постановки на идеята за конвергенцията в неокласическия модел на Р. Солоу и Суен вж. Рангелова, Р. Конвергенцията в неокласическия модел на икономическия растеж. // Икономическа мисъл, 2008, кн. 6, с. 48-66).

условията на икономическия растеж и да обясни колебанията в икономиката през различните фази на цикличното развитие. Като най-съществен негов принос се счита изграденият модел на IS-LM-анализа (IS-LM-analysis)[51], задаващ условията на равновесните зависимости между брутния национален продукт и лихвения процент. По-късно този модел е доразвит от Алвин Хансел и някои негови модификации са използвани в интерпретацията и разрешаването на редица макроикономически проблеми при различна еластичност на двете криви или на техни отделни сектори, които отговарят на определени фази от икономическия цикъл.

Как да се измери полезността? Принципната възможност за такова измерване до днес си остава предмет на дискусии. Въпреки това усилията на много учени[52] са насочени в тази посока. Един от основоположниците на маржинализма в субективната политическа икономия Херман Госен (немски икономист) изтъква, че целта на икономическата наука е да помага на хората да получат максимално наслаждение. Госен се счита за основоположник на теорията на пределната полезност, за чието изграждане той използва математически методи. Поради очевидните трудности на приложния характер, математическото направление в икономическата наука, за разлика от естествените науки, се е развивало много по-успешно на теоретично, отколкото на емпирично равнище.

Друг изтъкнат представител на математическата школа на субективната политическа икономия е италианският икономист и социолог Вилфредо Парето, който допълва и усъвършенства теорията на Л. Валрас за общото икономическо равновесие. При изследване на икономическото поведение той извежда кривите на безразличие и по този начин допълва Ф. Еджуърт, доказвайки възможността за измерване на полезността върху основата на максимизиране на удовлетворяването на човешките потребности, а следователно и максимизиране на полезността. Дефинира принципа (принцип за оптималност по В. Парето - Pareto optimality), според който максимална полезност може да се постигне при положение, че повишаването на благосъстоянието на отделно лице не води до снижаване на жизненото равнище на останалите лица.

Твърде осезаемо е присъствието на американските икономисти на икономико-математическото направление в съвременната икономическа наука. Един от тях е Ървинг Фишер, по професия математик и статистик, който разработва теорията

---

[51] Модел за комплексен анализ на факторите, определящи съвкупното търсене за постигане на едновременно равновесие на паричния и стоковия пазар.

[52] Съществен принос в създаването на обобщена теория на полезността и стойността, в основата на която стои сложен математически апарат, има проф. д.ик.н. Камен Миркович. В своя колосален труд "Полезност и стойност" той поддържа "схващането, че централно място в една такава същностно-феноменна икономическа наука (става въпрос за икономическата теория – б.а., П.И.) трябва да заеме обобщената теория на полезноста и стойността, които са равнопоставени по своята значимост и сложност, в т.ч. и по тяхното значение във формирането на пазарните категории, най-вече на цените на продуктите" (Миркович, К. Полезност и стойност. София: Тракия-М, 2005, с. 15).

на парите на основата на количествени методи. Основните негови приноси са в изследването на зависимостите между капитала, лихвата и дохода. Той обосновава ефектите[53], свързани с относителния финансов паритет на покупателните сили, при който решаваща роля играят номиналният и реалният лихвен диференциал.

Един от последователите на Кейнс, известен като "вундеркинд" на американската икономическа теория е Пол Самуелсън - първият американец, носител на Нобелова награда за икономика за 1970 г. Важно място в неговата изследователска дейност се отделя за разработването и прилагането на математически модели и методи в икономическата теория. Има значителни приноси в разработването на линейното оптимиране, като свързва проблема за установяване на икономическо равновесие със задачата за намиране на седлова точка, използвайки методите на теорията на игрите. "Според него езикът на математиката е единствено възможен език за излагане на основните положения на икономическата теория. Математическият метод на мислене позволява по-добър начин да се доказва истинността на икономическото заключение"[54].

Друг американски икономист, който има голям принос за тясната обвързаност на икономическия начин на мислене с методологическия инструментализъм, е Милтън Фридман (носител на Нобелова награда по икономика за 1976 г.). Като акцентира върху позитивизма на икономическата наука, той устоява позицията, че по целите и методите си икономическата теория не се отличава принципно от естествознанието. Според М. Фридман главна и основна цел на всяка позитивна наука е да разработва модели и методи, с помощта на които могат да се направят надеждни прогнози относно протичането на изследвани икономически дейности. В тези теоретични формализации трябва да се съчетават два съществени момента: първо - "език" (категориен инструментариум), предлагащ възможност за анализиране, систематизиране и аргументиране, и второ - възможности за изграждането на достатъчно опростени (за да бъдат работещи) модели, от една страна, и строго прагматични критерии за научна стойност на резултати от икономическия анализ, от друга[55].

Стремежът към математическа формализация на икономическата проблематика се наблюдава и в научните трудове на Уилям Баумол. Той става известен с великолепния си учебник "Икономическа теория и изследване на операциите" В този учебник У. Баумол обосновава ролята и възможностите на оптимизацията за икономически анализ. "Идеята за оптимизацията е важна за всеки икономист и за теоретичен и за практически анализ на проблемите на социалната политика; но тя също му помага да разбере поведението на предприемача и т.н. В икономическата теория при анализиране поведението на фирмите, потребителите и другите иконо-

---

53 В литературата са известни като ефекти на Ъ. Фишер.

54 Миркович, К. Международна икономика. София: Тракия-М, 2000, с. 66.

55 Friedman, M. The methodology of positive economics. Appraisal and criticism in economics: A book of

мически единици е прието да се използва принципът за оптималност"[56]. Според У. Баумол мениджърите, които управляват фирмите, могат да максимизират своята обща полезност, ако търсят не максимизиране на общата печалба, а максимизиране на общите приходи от реализацията на продукцията. По този начин той обосновава тезата за максимизиране на приходите от продажбите, което стои в основата на управленската теория за поведението на фирмите.

Всички анализирани дотук американски икономисти съсвем не изчерпват американската икономическа школа, заложила в своите изследвания на матетическите модели и методи. Към имената на тези светила в икономическата наука, без да се приема, че те са по-малко значими, следва да прибавим Джон Кенет Гълбрейт, Василий Леонтиев, Абрам Бергсон, Кенет Ароу и др.

Специално внимание следва да се отдели на големия руски икономист и математик Л. В. Канторович, който има значителни приноси в развитието на математическата икономика. На основата на математически модели и предложени от него адекватни методи, той максимизира обемите на производство посредством оптимално натоварване на оборудването и ефективно разпределение на ресурсите при наличие на значителен брой ограничения. Той се счита, заедно с американския учен Дж. Данциг, за основател на симплекс-метода, който е основен метод на линейното оптимиране. През 1975 г., съвместно с Т. Купманс, получава Нобеловата награда по икономика за "принос в теорията за оптимално разпределение на ресурсите".

И така, ние констатирахме, че съвременната икономическа наука в значителна степен е подложена на влиянието на математическия инструментариум. До този извод може да се достигне, ако се направи едно сравнение на съвременните научни списания с тези отпреди 50-60 години, където може да се констатира значително присъствие на езика на математиката в икономическите изследвания. Така например в едно свое проучване Р. Бекхауз[57] констатира, че нивото на използване на математическия апарат в научните статии на най-крупните икономически списания нараства от 10% през 1930 г. до 75% през 1990 г. Това до голяма степен се отнася и за учебниците по икономическа теория на различни нива на сложност.

Безспорно голям принос за тясната обвързаност между икономическия начин на мислене и методологическия инструментариум на математиката има и проф. Камен Миркович. Акцентирайки върху позитивизма на икономическата наука, той застъпва тезата: "един задълбочен анализ може да ни покаже, че математиката е средство (метод) за изследване не само на количествената, но и на качествената страна на един икономически обект. Най-висша форма на съществуване на качеството на един икономически обект (респ. на една икономическа система) е неговата (респ. нейната) структура. Но както вече знаем, тя се описва от множеството

[56] Baumol, W. J. Economic Theory and Operations analysis. London, 1961, p. 11.

[57] Backhouse, R. If Mathematics Is Informal, The Perhaps We Should Accept That Economics Must Informal

от функционални зависимости между елементите на икономическия обект (на икономическата система)"[58].

Ролята и функциите на математическия апарат в икономиката следва да се разглежда преди всичко в светлината на проблемите на формализма, на които беше отделено подобаващо място в първата част на изследването. От гледна точка на съдържанието, "математическото моделиране" и "математическата формализация" понякога се използват като взаимозаменяеми. Въпреки това не е задължително икономическите твърдения да бъдат извеждани математически, за да се приемат за формални. Нещо повече, в някои изследвания се срещат позиции за много по-строги условия за устойчивост на съдържанието на едни или други понятия . В този контекст математическият апарат следва да се използва само като метод за научно изследване на даден икономически обект. Стремежът към математическа трактовка на икономическата проблематика стои в основата на критиките към засиленото използване на математическите методи в икономиката. Безспорно използването на средствата на математиката помагат за по-доброто разбиране на същината на редица икономически процеси, води до уточняване и изясняване на икономическата терминология и по този начин стимулира развитието на самата икономическа наука. Но с увлечение в тази посока не трябва да се злоупотребява. Известни са думите на Ф. Хайек, че "... е недопустимо един икономист да заимства даден метод само заради успеха му в друга област..."[60].

Както е известно икономиката е изключително сложна наука и именно тази нейна сложност е бариерата, която математиката не може да прескочи изцяло. С други думи казано, потребностите на икономическата наука превишават възможностите на математиката, тъй като икономическите процеси не винаги могат да бъдат сведени до формулни процедури. Това с особена сила важи за случаите, когато се изследва поведението на хората, които се явяват творчески, целеустремени и обществено активни същества, живеещи в постоянно изменяща се институционална среда. Тогава проблемите стават много по-трудни. Казаното дотук съвсем не означава тотално отричане на математиката, напротив, тя "(математиката) трябва да се възприема само като един от многото методи за научно изследване на икономическия обект (както на неговата същност, така и на феноменалната му страна), който трябва да си взаимодейства с останалите методи"[61]. Всички обвинения за абстрактност на икономико-математическите модели, за откъснатост от реалността и т.н. служат само за известно оправдание. Моделите са абстрактни не за това, че са математически, а защото без идеализация, абстрахиране не е възможно да се формират знания, да се формулират научни закони. И в това отношение икономи-

---

58 Цит. по Миркович, К. Международна икономика. София: Тракия-М, 2000, с. 25.

59 Вж. Backhouse, R. If Mathematics Is Informal, The Perhaps We Should Accept That Economics Must Informal Too. // Economic Journal, 1998, Vol. 108, № 451, p. 1851.

60 Цит. по Шумпетер, Й. История на икономическия анализ. Том II. София: Прозорец, 1999, с. 77.

61 Цит. по Миркович, К. Международна икономика. София: Тракия-М, 2000, с. 25.

ческата наука не прави изключение. Идеализацията и абстракцията са необходими елементи на рационалната познавателна дейност, в резултат на които се получват идеалните обекти, математически или аналогови модели, цели теории.

Историята на икономическата мисъл познава случаи, при които присъства тотално отричане на математизацията на икономиката. Например, основателят на неоавстрийската школа Лудвиг Едлер фон Мизес решително се противопоставя на използването на математическите методи в икономиката. По негово мнение "... математическите методи трябва да бъдат отхвърлени не толкова за това, че те са безплодни. Това са съвършено неправилни методи, базиращи се на неправилни предположения и водещи до грешни изводи. Изградените в съответствие с тези методи силогизми са лишени не само от практическа ценност, те се отклоняват (абстрахират) от изучаваните реални проблеми и изопачават съотношенията между различните явления"[62] .

Коментирайки възгледите на Мизес относно приложението на математическите методи в икономиката, американският икономист Бен Барух Селигмен отбелязва: "Когато задачата се заключава в това, да се опровергае социалистическата теория на всеобщото благосъстояние и на всяка друга разновидност на социализма, преследваща същата цел, то при това съществена роля играе отричането на математическите изчисления"[63].

Самият Селигмен в своя обширен труд "Основни течения в съвременната икономическа мисъл" се отнася твърде негативно към приложението на математическия апарат в икономиката. Основните негови упреци се свеждат до това, че езикът на математиката е непонятен и че математиката не добавя нищо ново към старата икономическа теория. "Понастоящем много теоретици, очаровани от методите на анализа, които те създават и превишават, описват тези проблеми (икономическите - б.а., П.И.) на съвършено непонятни езици, символи и формули, резултатите от които съвсем малко добавят към това, което може да каже "литературният" икономист... Математиката може да окаже помощ в точна постановка на проблема, но тя не прави по-добър икономист този, който я използва... Умението да се манипулира със символи не означава повишаването на квалификацията на икономиста като икономист"[64]. Подобно схващане има и Джон Кейнс, който изтъква, че математическата икономическа теория е "чиста измислица"[65]. Наред с тези крайни позиции съществуват и такива, които не отричат тотално възможността за използване на математическите методи в икономическите изследвания. Тези учени се

---

62 Селигмен, Б. Основные течения современной экономической мысли. Москва: Прогрес, 1968, с. 205.

63 Цит. по Селигмен, Б. Основные течения современной экономической мысли. Москва: Прогрес, 1968, с. 206.

64 Цит. по Селигмен, Б. Основные течения современной экономической мысли. Москва: Прогрес, 1968, с. 534.

65 Бухолц, Т. Живи идеи от мъртви икономисти. София: Христо Ботев, 1993, с. 178.

противопоставят на изкуствено засиленото прилагане на математическия апарат (математизацията) в икономическата наука. В този дух следва да се приемат констатациите на известния икономист-математик Гарабед Минасян: "Наблюдаваната злоупотреба с математизацията (там, където и доколкото я има) засилва неоправдано абстракцията в икономическата наука и в крайна сметка я откъсва от основното й предназначение - да служи на икономическата политика"[66].

Изложеното по-горе съвсем не означава, че математическият инструментариум е ненужен и само затормозява икономическата наука. Някои учени считат, че причината, поради която приложението на математиката в икономиката не води до успех, се крие в нещо друго. Например, Джон фон Нойман и Оскар Моргенщерн твърдят, "че икономическите задачи не се формулират ясно, а много често се задават с толкова неопределени термини, че тяхната математическа трактовка априори става безнадеждна, тъй като даже не е ясно за какъв проблем става дума. Абсолютно точно приложение на количествените методи не може да има там, където няма яснота нито в концепциите, нито във въпросите, за които тези методи трябва да се прилагат"[67]. Всъщност проблемът с приложението на математиката в икономиката се свежда до начина и полето на използване на количествените методи. Различните сектори на икономиката, както и областите на икономическата теория се подават с различен успех на математическа формализация. Особено ефикасно се оказва прилагането на количествените методи в планирането, в оперативното управление на предприятието и в управлението на производствените процеси (изследване на операциите). Изследването на потребителското търсене също може да се осъществи с помощта на математическото моделиране, доколкото целите на отделните потребители са определени относително ясно. Количественото определяне (макар и условно) на интензитета на предпочитанията се оказва незаменимо средство за моделиране, когато трябва да се анализират избори в условията на несигурност и риск. Особено това важи за финансовите пазари, които предлагат богата гама от възможности за по-широко използване на математически методи. В потвърждение на казаното следва да се отбележи присъждането на Нобеловата премия на Ф. Блек и М. Шоулз за техния "злополучен" финансов модел.

В настоящата част на разработката беше направен опит на база на детайлно разглеждане на структурата на обектната сфера и предметната област на математическия инструментариум да се открои неговата роля и място в системата на теоретичните и приложните икономически изследвания, да се разшири традиционното виждане за математическите методи не само като инструмент за икономически анализи. По наше виждане за обектна сфера на математическите методи служи сложна система, влючваща както икономическата теория, така и икономическата

---

[66] Цит. по Минасян, Г. Икономическа мисъл: търсене на устойчивост и адаптивност. // Икономическа мисъл, 2006, № 5, с. 61.

[67] Neuman, J., Morgenstern, O. Theory of Games and Economic Behavior. Princeton University Press, 1953, p. 30.

политика, и стопанската практика. Тази система се характеризира не само с ограниченото количество съставящи я елементи, но и с необикновеното многообразие на взаимообусловени връзки между тях, които биха могли да бъдат добре изследвани с помощта на метода на математическото моделиране.

2.2. Икономико-математически модели

Понятието "модел" произлиза от френската дума *modele* (лат. *modulus*) и се употребява в смисъл на образец на нещо в умален или увеличен вид. Ако приемем за база това съдържание на понятието "модел", малко трудно ще бъде да се осмисли значението на математическия модел. Затова под "модел" ще разбираме реална или мисловна конструкция на дадена система (предмет, обект), в която са отразени най-общите, най-съществените и най-характерните й свойства (белези). Това предполага, че основните свойства, връзката между елементите и поведението на модела и изучаваната система са подобни. След осъществяването на такава замяна, вместо първичната система се изследва нейният модел. От получените при това изследване резултати се правят изводи за първоначално изучаваната система.

Още по-завоалирано интерпретира моделите проф. У. Мяки, според който "моделите заменят за нас представените от тях системи, затова ние не изследваме тези реални системи непосредствено, а се съсредоточаваме върху свойствата и динамиката, които демонстрират техните "представители". Епистемологичният смисъл на тази дейност се състои в това, че свойствата на такива "сурогатни" системи се изследват непосредствено, за да получим по косвен начин информация за реалните системи"[68]. Ако трябва да обобщим изложеното дотук, то терминът "модел" следва да се възприема като някаква сложна система, определени компоненти на която съответстват на компонентите на друга сложна система, наричана оригинал, а на взаимовръзките и зависимостите на компонентите на оригинала съответстват определени взаимовръзки и зависимости между компонентите на модела.

По аналогичен начин можем да постъпим с даден процес или явление. Ако построим мислена или реална конструкция, която да отразява (изразява, описва) най-характерните свойства на този процес (явление), казваме, че е построен модел на този процес (явление). Известно е, че най-характерните свойства на даден процес или явление и зависимостите, които се наблюдават в него, могат да се отразят по два начина: физически (реални изпълнения) и абстрактно-логически. Обикновено в литературата най-често срещаната класификация на моделите включва физически и математически модели[69]. По наше виждане по-целесъобразно е използването на понятието абстрактно-логически модели. Последните от своя страна също могат да бъдат подразделени на: диаграми, графики, вербални твърдения, матема-

---

[68] Цит. по Мяки, У. Модели и эксперименты - это одно и то же. // Вопросы экономики, 2008, №11, с. 81.

[69] Вж. Стойков, Ст. Икономико-математически модели. // Математика, 1970, кн. 3, с. 11.

тически формализации и др. Физическият модел е конструирано копие на реално съществуващия обект и в него всички елементи са заменени с подобни, съответстващи на тези от оригинала.

Що се отнася до икономиката, моделите могат да изпълняват функцията на лаборатория за учените-икономисти. По подобие на учените от естествознанието, които изследват действителността в експериментални ситуации, създавани в лаборатории, икономистите-теоретици могат да създават и изучават процеси и явления чрез свои модели. По този повод носителят на Нобелова награда за икономика Р. Лукас пише: "Една от функциите на икономическата теория е да създава дадени напълно изкуствени системи, които могат да служат в качеството на лаборатории..., където могат да се тестват различни варианти на икономически политики"[70]. Подобни са вижданията и на Милтън Фридман[71]. Акцентирайки върху позитивизма на икономическата наука, той застава на позицията, че по целите и метода си икономическата теория не се отличава принципно от естествените науки. Главна и основна цел на всяка позитивна наука според Фридман е да разработва модели, с помощта на които да се търсят ефективни резултати от изследвания на различни процеси. Тези теоретични конструкции трябва да съчетават две съставки: преди всичко категориален апарат, с възможности да представи систематизиран и последователен начин за аргументация и, на второ място, съвкупност от субстанционални методи, чиято крайна цел е да се открият съществените страни в изследваните явления и процеси.

Така очертаната позиция на Фридман осигурява консистентност между абстрактните изходни постановки, осигуряващи добри предпоставки за построяването на достатъчно опростени модели, от една страна, и строго прагматичен критерий за научна стойност на резултатите от икономическия анализ, от друга.

Естествено не всички изграждани модели могат да бъдат работещи, но по наше виждане, специално за изследването на икономически системи доминираща роля имат икономико-математическите модели.

Математическите модели задават най-съществените свойства на процесите или явленията с математически средства, като в самото "математическо описание следва да включва само най-съществените, решаващи елементи, а останалите могат да се пренебрегнат"[72]. Тези модели се основават на някакво опростяване и в известна степен на идеализация, и почти никога не са тъждествени на изследвания обект, а представят само някакво приближено отражение. В този смисъл всеки математически модел лесно може да бъде подложен на критика за това, че той не

---

[70] Lucas, R. Jr. Methods and problems in business cycle theory. //Journal of Money, Credit and Banking, 1980. Vol. 12, № 4, p. 696. Още Р. Лукас допълва, че теоретичното тестване излиза на обществото много по-евтино, отколкото експериментите в реалната икономика.

[71] Вж. Friedman, M. The methodology of positive economics. Appraisal and criticism in economics: A book of readings. Boston etc., 1984.

[72] Цит. по Розен, В. В. Цель – оптимальност – решения. Математические модели оптимальных решений. // Радио и связь. Москва, 1982, с. 17.

отчита влиянието на всички фактори. Всяко усложняване крие своите рискове, защото ще се окаже все по-трудно, а понякога дори невъзможно да бъде доведено до край разрешаването на един такъв математически модел. Това до голяма степен е валидно и за икономико-математическите модели.

Трудно бихме могли да си представим съвременната икономическа наука без използването на математическите модели в изследванията. Още през 1993 г. Р. Лукас отбелязва: "Математическите модели - това е сътворение на света, измислено от икономистите. Всички разглеждани от мен модели биха могли, но не са съставени с наблюдения. Независимо от това, аз смятам, че процесът на създаване на модели, в който ние сме въвлечени, е съвършено необходим, и аз не бих могъл да си представя как без него ние бихме могли да обработваме и използваме масив от налични данни"[73]. Нещо повече, по мнението на редица учени-икономисти, вероятността практически да се признае всяка нова икономическа теория или концепция, едва ли не в решаваща степен зависи от това, до каква степен тази теория/концепция допуска математическа формализация, доколко е привлекателен използвания за това апарат и доколко са впечатляващи при изследването на модела математическите резултати. От анализите, направени от Р. Бекхаус[74] относно използването на математически модели в икономическите изследвания, се вижда, че то нараства от 10% през 1930 г. до 75% през 1980 г. Неслучайно привържениците на институционалното направление в икономическата теория, обяснявайки доминиращата роля на неокласическата теория в съвременната икономическа наука и по-скромното засега място на институционализма, посочват, че основната причина се крие в това, че неокласическата теория, опериращa с обеми на ресурси и продукция, значително по-лесно се поддава на математизация с помощта на класическия математически апарат, отколкото институционалната теория, опериращa основно с качествени характеристики.

По наше виждане до известна степен това е едно оправдание от страна на представителите на институционалната теория, тъй като количеството е диалектически неразривно свързано с качеството. Не може да съществува качество без количество и обратно - количество без качество. Един по-обстоен анализ може да ни доведе до извода, че математическият апарат е удобно средство за изследване не само на количествената, но и на качествената страна на една икономическа система и нейната структура. Структурата на всяка икономическа система е нейната качествена характеристика, която се описва посредством редица функционални зависимости между елементите й. Всяка функционална зависимост лесно се поддава на математическа формализация. Следователно, математическите конструкции като средство за изследване на количествените зависимости и изобщо на ко-

---

[73] Kleiner, G. B. Economic and Mathematical Methods and Economic Theory. // Экономика и математические методы. Том 37. № 3, 2001, с. 116.

[74] Вж. Backhouse, R. If Mathematics Is Informal, The Perhaps We Should Accept That Economics Must Informal Too. // Economic Journal, 1998, Vol. 108, № 451.

личествените характеристики са в много голяма степен удобен инструментариум и за описание на качествените характеристики.

Сама по себе си сферата на приложение на икономико-математическите модели е изключително наситена, разнообразна и обширна, изискваща задълбочени познания и реални възможности за използване на резултатите на приложната математика, теоретичната метрика, компютърните технологии, системния анализ и разбира се, преди всичко икономическата теория. В този контекст ще се опитаме на базата на достигнатите резултати да очертаем нова концепция за ролята и мястото на икономико-математическите модели в системата на теоретичните и приложните икономически изследвания, разширявайки предишните представи за математическите модели само и единствено като инструменти за икономически анализ.

В основата на всеки икономико-математически модел, както и в процеса на неговото построяване, интерпретиране, анализиране и приложение трябва да участват двете взаимосвързани съставки *икономика - математическо моделиране*. Първата съставка трябва да се приема като обектна сфера на икономико-математическите модели, при което "икономиката" следва да се възприема и като реална икономика или нейни компоненти, и като икономическа теория или нейни фрагменти. Втората съставка, включваща подходящо подбрани математически конструкции и информационни средства, по-скоро се отнася до предметната сфера на икономико-математическите модели.

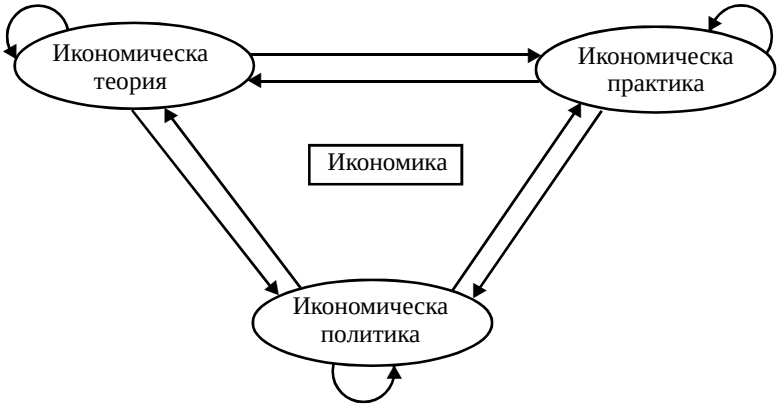
Обектната сфера на икономико-математическите модели следва да се възприема и като стопанска дейност или нейни елементи, и като икономическа наука или едни, или други нейни фрагменти. В този контекст икономиката се представя посредством икономическата теория (т.е. множество от научно разработени възгледи относно процесите на производство, разпределение, потребление, техните структури, тенденции, взаимозависимости и фактори), икономическа политика (т.е. оповестени или реално вземани икономически решения) и стопанска практика (т.е. реално функционираща стопанска дейност). В най-общия случай тези три съставки са относително самостоятелни и едновременно с това са взаимно свързани, като при това връзката между тях има не само двустранен характер, тя е и вътрешна. Така например, икономическата теория влияе не само на икономическата политика и стопанската практика, но и непосредствено върху собственото си развитие. Това влияние се осъществява посредством становища, оценки, прогнози, реакции, традиции, очаквания, опит, поведение на икономическите агенти на различни нива, разработване на нови теоретични постановки и др. Според Джон Кейнс "практика (стопанска практика - б.а., П.И.), която счита себе си съвършено неподложена на интелектуално влияние, обикновено робува на идеите на някакъв икономист от миналото" [75]. От своя страна върху икономическата теория влияние оказват стопанската практика, посредством научното обобщение и стилизация на икономи-

[75] Кейнс, Дж. М. Обща теория на заетостта, лихвата и парите. София: Христо Ботев, 1993.

ческите феномени, икономическата политика чрез обективен анализ на процесите на вземане на решения и тяхното формиране, и, не на последно място, тя влияе сама на себе си посредством своето теоретично развитие.

Изложеното дотук дава основание да се направи изводът, че графично взаимозависимостите на основните елементи на функционирането на "икономиката" могат да бъдат изобразени във вид на ориентиран граф, чиито върхове са: "икономическа теория", "икономическа политика" и "стопанска практика" (фиг. 1). За предпочитане е такова състояние на графа, при което икономическата теория, икономическата политика и реалната икономическа практика да формират цялостна система, намираща се в диалектическо единство, взаимно да се обогатяват, направляват и поддържат. Устойчивостта, органически присъща на ориентирания граф, разглеждан като система, трябва да осигури постъпателна еволюция в развитието на икономиката като цяло.

Що се касае до реалната българска икономика, то може да се каже, че в настоящия момент състоянието на самите сфери на икономиката, съответстващи на върховете на графа (фиг. 1), а така също ориентираните дъги, изразяващи тяхното влияние една върху друга, е далече от предпочитаното.



Фиг. 1. Структура на обектната сфера на икономико-математическите модели.

Икономическата теория не удовлетворява изискванията за адекватност и операционалност (първото характеризира влиянието на теорията върху специфичните особености на практиката, второто отразява възможностите за влияние на теорията върху вземането на решения), самите решения не удовлетворяват изискванията за научна обоснованост и целева ефективност (първото изискване отразява влиянието на теорията върху вземаните решения, второто - влияние на вземаните решения върху практиката) и накрая, самата икономика не удовлетворява изискванията за икономическа ефективност и устойчиво развитие. Причината за това следва да се търси както в организационно-институционалните промени в сферата на икономическата наука, така и във връзка с функционалното изменение на икономика-

та като цяло. Последното наложи осъществяването на един преход, свързан с качествена промяна на функциите на държавата в условията на пазарна икономика, преход, който трябваше да осигури нормални условия за ефективно и устойчиво развитие на пазарните сили и способстващ за изграждане на пазарно мислене и поведение у икономическите субекти.

Няма да бъде пресилено ако отбележим, че не само в България, но и в световен мащаб методологията на икономическата теория е една от нейните слаби страни. Като потвърждение на казаното ще се позовем на становището на К. Миркович: "Икономическата теория е засегната (да не кажа боледува - б.а., К.М.) от синдрома на методологическа недостатъчност. Все повече в научните среди, в т.ч. и в САЩ, и в Русия, се чуват гласове, че след Втората световна война започва известно опростяване (отказ от задълбоченост) на икономическата мисъл"[76].

Известни са достатъчно много препоръки, свързани с подобряването на взаимодействието между икономичската теория, икономическата политика и стопанската практика, апелиращи преди всичко към повишаване нивото на образованието. "Проблемът с образованието далеч не корелира единствено с развитието на чисто интелектуалното равнище на поколението, а притежава конкретни икономически измерения. В специализираната литература широко битува терминът "човешки капитал (human capital) като детерминанта на икономическия растеж""[77].

По наше виждане, една от основните роли в процеса на консолидация на теоретичните, управленските и стопанските основи на икономиката трябва да изиграят икономико-математическите модели. Според К. Миркович "Необходимостта от математическото моделиране на настоящия етап от историческото развитие произтича от изключителната сложност на количествените зависимости и на количествените съотношения в икономиката на различните равнища на нейната организация, сложност, която се разширява и задълбочава в условията на съвременната техническа и технологическа революция. Това налага използването на адекватен инструментариум, какъвто е този на математическото моделиране""[78].

Следва да се подчертае, че всеки конструиран и предназначен за използване в икономическите изследвания или в стопанско-управленската практика модел трябва да се разглежда като относително автономен и самостоятелен обект, който не е възможно да бъде причислен изцяло нито към икономическата теория, нито към икономическата политика, нито към стопанската преактика, разбира се, и към математиката. В този контекст, икономико-математическият модел следва да се разглежда като самостоятелен изследователски обект (в някакъв смисъл подобен на субекта в икономиката), който да бъде съответен (т.е. да отговаря на определени

---

[76] Цит. по Миркович, К. Утвърждаване на системния подход в икономическата теория. // Икономическа мисъл, 2006, № 5, с. 63.

[77] Цит. по Минасян, Г. Макроикономическа политика: правила срещу дискреция. // Икономическа мисъл, 2002, № 6, с. 13.

[78] Цит. по Миркович, К. Икономическата система. София: Тракия-М, 2008, с. 265.

изисквания) и адекватен на реалностите (т.е. да бъде в унисон с изискванията на икономическата теория, икономическата информация и т.н.). За тази цел математическият модел трябва да притежава определени атрибути, формиращи "паспорта" на модела, който да се яви еднозначен негов идентификатор, позволяващ разграничаването на един модел от друг.

Направените изследвания в специализираната литература дават основание да се предложи следната схема за формиране на "паспорта" на модела.

1. Описване (посочване) на номиналния обект на моделиране или на множеството от обекти.

2. Посочване на "аспектите" на изследвания обект, т.е. извеждане на тези съществени страни от функционирането на обекта, които следва задължително да бъдат отразени в математическия модел.

3. Извеждане на целите и задачите, за решаване на които се построява математическият модел, въпросите, на които той трябва да отговаря.

4. Системно описване на обекта на моделирането, включващо избора на актуалния обект на моделирането и представянето му във вид на релационна (относително самостоятелна система); при това следва ясно да бъдат изведени икономико-математическите предпоставки, които трябва да бъдат опростени в процеса на моделирането.

5. Определяне на математическия апарат, необходим за конструиране на модела, състава на променливите, техните взаимоотношения със зададените величини и някои други елементи, участващи в модела.

6. Начините за инструментална и функционална идентификация, използвани при конструирането на модела.

7. Посочване на възможности за интерпретиране на елементите на модела, допустимите граници за интерпретиране на едни или други елементи на модела, т.е. осъществяване на задълбочен следоптимален анализ на математическия модел.

Ако моделът се разглежда като самостоятелен обект, който не се вписва в плоскостта на ориентирания граф с върхове "теория - решения - практика", то за всеки конкретен модел следва да се търси взаимоотношението му с тези върхове, т.е. какво се явява обект на моделирането - една или друга теория, система за вземане на решения или фрагмент от реалната икономическа практика.

В най-общ вид процесът на построяването и използването на математически модел за конкретен обект е представен на фиг. 2.

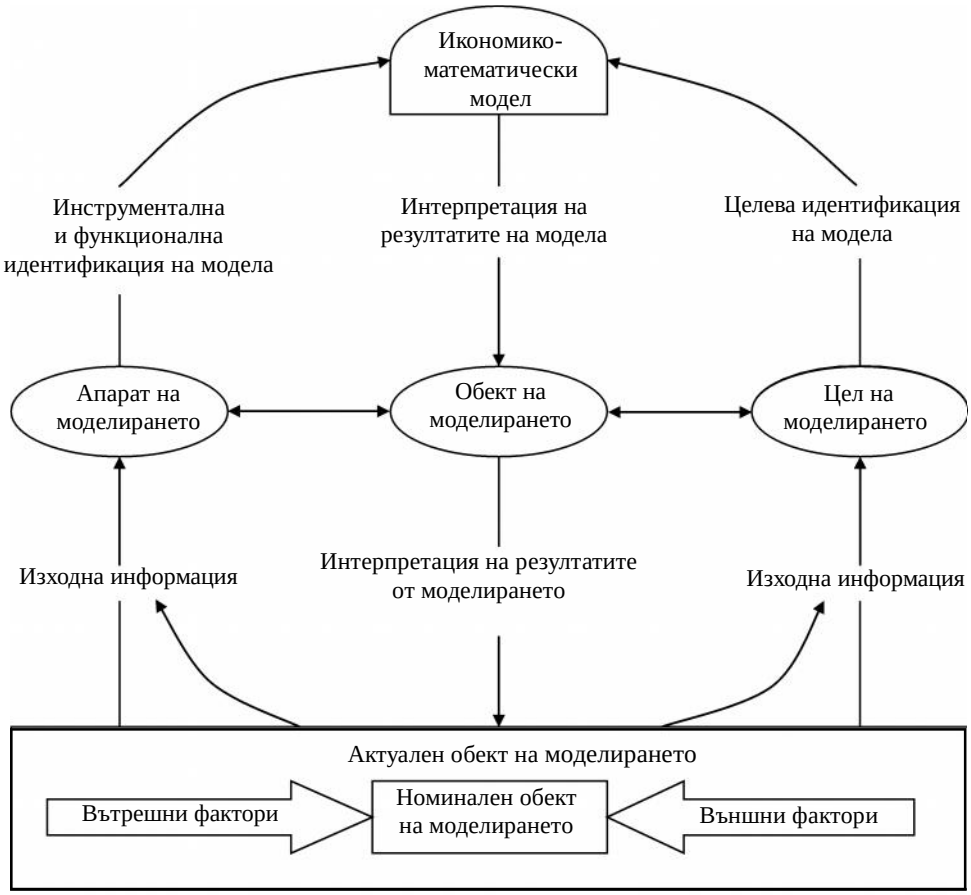
Тук са изобразени основните обекти, характерни (присъщи) за процеса на моделирането (обект и субект на моделирането, целта на построяване на модела, математическия инструментариум - изходните конструкции за построяване и идентификация на модела) и процесите, които следва да се осъществят в хода на построяването и използването на модела. Към тях следва да отнесем:

- инструменталната и функционалната идентификация на модела - избора на вида и параметрите на математическата конструкция, използвана за построяване-

то на модела;

- целева идентификация на модела - определяне и специфициране на тези елементи от конструкцията, които служат като входни променливи при използване на модела за получаване на една или друга информация;

- интерпретация на модела - определяне и специфициране на тези елементи от конструкцията, които служат за изходни променливи при използването на модела за получаване на една или друга информация.



Фиг. 2. Процес на построяване и използване на икономико-математически модели

Трябва да се прави разлика между реален и номинален обект на моделирането. Номиналният обект на моделирането може да бъде, например конкретно предприятие (точно определена фирма), а в самия икономико-математически модел ще се отразява не само това предприятие, но и фрагмент от външната за него среда (връзки с доставчици, потребители, управленски органи и др.), функционирането на които изпълнява ролята на външни фактори. По същия начин реалният обект на моделирането може да не съвпада с номиналния (желания), ако при построяването

и прилагането на модела се използва информация, отнасяща се само до част от номиналния обект (например, за предприятието - само за конкретен вид негова дейност).

По своето съдържание изходната информация, използвана за построяването на икономико-математическите модели, може да се раздели на общотеоретична (частта от научната теория, отнасяща се до класа изследвани икономически обекти или процеси), предметно-теоретична (съдържаща предпоставките относно класа икономически обекти или процеси, които следва да се вземат предвид при построяване на модела), обектна, отнасяща се главно до моделирания обект или класа на такива обекти - стойностите на показателите, както и оценка на тяхната достоверност, инструментална, отнасяща се до подходите, методите и използвания инструментариум на моделиране, и целева, определяща целите и задачите на икономическото изследване, в това число и сферата на приложение на моделите. Инструменталната информация до голяма степен определя кръга на възможните методи и подходи на различните етапи на моделирането и включва проведените наблюдения и оценките на определеността или характера на неопределеността на изходните данни, както и алгоритмите за оценка на параметрите на моделите. Много често тази информация има субективен характер (понякога тази информация, по силата на научните традиции, по някакъв начин се "обективизира", приема се в качество на обикновено използвано средство, например като метода на най-малките квадрати). Значителна част от конкретно-теоретичната информация също има субективен характер.

В този смисъл, всеки икономико-математически модел може да се разглежда като съвкупност от обективни данни, субективни сведения и традиционни подходи, а също и инструментални такива, т.е. включващи се в самия "строителен материал", а именно математическите конструкции. Съвсем ясно е, че интерпретирането на компонентите на такъв модел силно се затруднява, ако не се познава структурата и обема на изходната информация. Моделът може да включва елементи, които имат случаен характер, отчитащи вероятностните възможни ситуации на изследвания обект или процес.

Според проф. К. Миркович[79] построяването, експериментирането и използването на икономико-математическите модели преминава през четири етапа. По наше виждане една подобна класификация на етапите, през които преминава създаването на всеки икономико-математически модел би следвало да съдържа разяснение по теоретичните основи на проблема, постановката, при която е изграден моделът, методически указания за събиране и обработка на неоходимата информация, методически указания за пригаждане на условията, залегнали в модела, към тези, при които се решава конкретната икономическа задача, методически указания за анализ, коригиране и използване на получените резултати. На тази база могат да се предложат следните основни етапи, през които преминава създаването на

[79] Вж. Миркович, К. Икономическата система. София: Тракия-М, 2008, с. 263.

всеки икономико-математически модел:

а) анализ и постановка на икономическата задача;

б) построяване на математически модел;

в) намиране на решение на модела;

г) проверка на решението и анализ на резултатите от него;

д) реализация на резултатите от решението на модела.

През първия етап на създаване на икономико-математическия модел се извършва анализ и постановка на икономическата задача. Анализът на задачата включва определяне на съществените показатели, които достатъчно пълно характеризират икономическия обект на математическото моделиране, връзките му с други обекти и странични фактори, които могат да се проявят по време на изследването и въздействат върху решението. По време на анализа се изследват ресурсите, които ще се използват за постигане на определена цел, връзките и взаимодействията между отделните структурни звена на предприятието или организацията, чиято дейност се изучава, характерът на възможните ограничения, подходите, по които може да се определя и измерва ефективността, изискванията към необходимата информация, която ще бъде използвана, и подробна характеристика и обосновка на показателите, понятията и категориите, които ще бъдат използвани в математическия модел. С една дума, през първия етап се извършва задълбочен качествен анализ на икономическия обект на математическото моделиране. На основата на този анализ се осъществява постановката на икономическата задача.

След осъществяване на качествения анализ и постановката на икономическата задача се преминава към построяване на математическия модел. Тук критерият, ограниченията и зависимостите, определени при постановката и анализа на икономическата задача, се описват с езика на математиката, предлагащ използването на точни количествени методи за изследване. През втория етап се уточнява кои величини в математическия модел ще се разглеждат като постоянни и известни (параметри) и кои като променливи, конструиращи функции въз основа на известната информация, окончателно се изяснява структурата на модела.

Най-общо икономико-математическите модели се разделят на два основни класа: статистически и аналитични. Първият клас модели изцяло се позовават на методите на Математическата статистика и Теорията на вероятностите. По-голям интерес предизвикват моделите от втория клас, при които, най-общо казано, се извършва следното съпоставяне:

а) на величините, участващи в критерия или зависещи косвено от него, се съпоставят променливи;

б) на критерия (признака за ефективност) се съпоставя функция на тези променливи, които отговарят на величините, участващи в него;

в) на ограниченията, зависимостите и взаимните връзки се съпоставят уравнения или неравенства, променливите в които съответстват на участващите величини.

Математическият модел трябва, от една страна, да бъде възможно най-близък до реалността, за да може адекватно да отразява изследвания икономически обект,

от друга - да бъде значително опростен, за да бъде лесно разрешим. Следователно математическият модел трябва да бъде достатъчно сложен, за да отразява адекватно реалните величини и зависимости, и достатъчно опростен, за да може лесно да се намери решението му.

След построяването на математическия модел предстои неговото решаване. Намирането на решението представлява третия етап от построяването, експериментирането и използването на икономико-математическите модели. Съвременният иконометричен анализ използва ефективни програмни средства, които предоставят на учените-изследователи не планина от цифри, а скрити зад тях закономерности и факти. Използването на компютърните технологии доведе до еволюция на моделирането в сферата на икономиката. Наистина "компютърът разширява многократно възможностите за проверка на предположенията, които изследователят прави, когато създава модела"[80]. В този трети етап се осъществява в съвременни условия един изключително важен процес.

Четвъртият етап следва да включва проверка на решението и анализ на икономико-математическия модел. Проверката на решението на задачата трябва да включва: проверка на решението на самия математическия модел и проверка на оптималността на решението на реалната икономическа задача, за която е съставен моделът.

Необходимостта от проверка на решението на математическия модел се налага от опасността да е била допусната грешка при математическата формализация или при извършването на изчисленията. Тази проверка се осъществява с помощта на специални математически методи, които се основават на някои необходими и достатъчни условия, различни от тези, с помощта на които е било определено решението.

Особено важен момент от този етап е изследването на устойчивостта на решението на математическия модел[81]. В редица случаи изследването на устойчивостта на математическия модел може да се осъществи с помощта на параметричното оптимиране.

Проверката на решението на самата икономическа задача като цяло следва да се осъществи на базата на оценка на получения резултат. Намереното решение трябва да води до възможно най-добрия от гледна точка на възприетия критерий вариант. След това трябва полученото решение да се сравни, първо, с фактическото състояние в момента, а след това - с вариантите, които отделните експерти предлагат на основа на личния си опит.

Анализът на математическия модел трябва да започне едновременно с неговото построяване, а не след като стане ясно от намереното решение, че е била

---

80 Цит. по Кендеров, П. Връзката между отделните неща много често минава през математиката. Науката – новите тенденции. Съставител Николай Матеев. Свят, 2001, с. 134.

81 Образно казано, решението е устойчиво точно тогава, когато на незначителни промени в условията на задачата отговарят незначителни промени в решението.

допусната грешка. В процеса на построяването на математическия модел той трябва да е обект на непрекъснати проверки и усъвършенстване. Проверка следва да се осъществи чрез съпоставяне на получените резултати от решението му и ако тя покаже, че е необходима корекция, отново да се реши моделът и отново да се извърши проверка. Това са стъпките, които трябва да се следват до намирането на математически модел и решение, адекватно отразяващи реалната икономическа задача и обективно съществуващия оптимум.

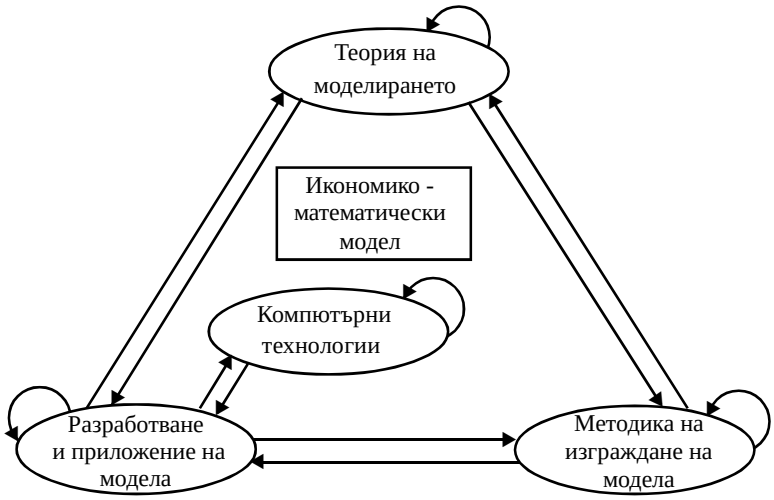
Последният етап от построяването, експериментирането и използването на икономико-математическите модели трябва да бъде реализация на резултатите от решението. Ако няма възможност за внедряване, разработката няма практическа стойност и независимо че от гледна точка на теоретичното изследване има някакво значение, то все пак приоритет следва да се отдава на първото. Ето защо този етап е не само много специфичен, но и изключително важен. Трябва ясно да се осъзнае, че всяка практическа задача, формализирана с математически език, изисква не само многократно експериментиране, но и многократно решаване, като всеки път моделът се изменя под влияние на изменилите се условия. Поради това икономико-математическият модел се нуждае от "поддържане", т.е. от внасяне на необходимите изменения, от актуализиране на използваната информация, от използване на различни критерии за оценка на решението и т.н. Следователно, целесъобразно е използването в практиката за управление на конкретни икономически обекти само на тези икономико-математически модели, които съответстват на теоретични резултати, с използването на минимална инструментална информация и максимално наситена емпирическа информация, отнасяща се до изследвания обект.

По наше виждане структурата на предметната област, процесът на построяването, експериментирането и използването на икономико-математическия модел могат да бъдат представени във вид на ориентиран граф (фиг. 3).

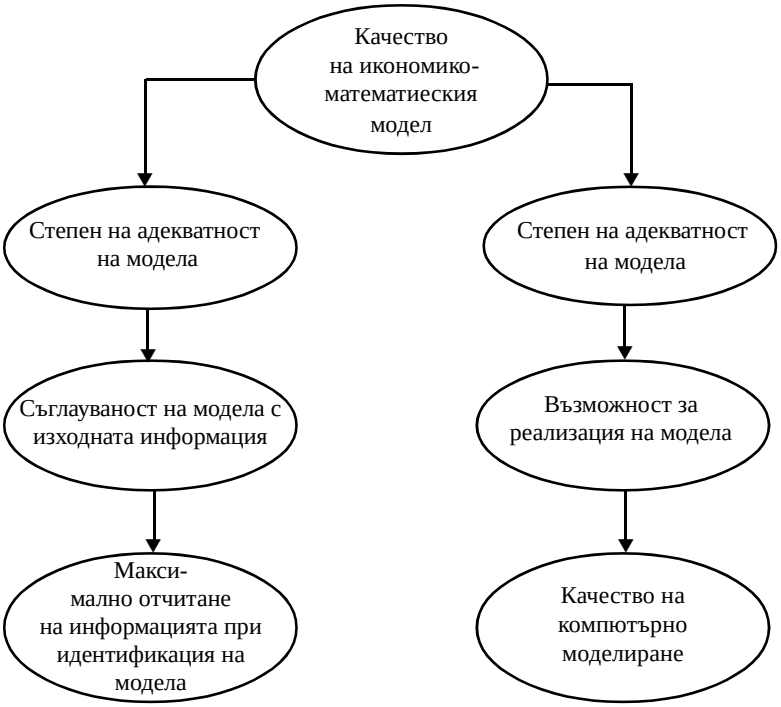
Желателно е такова състояние на графа, при което теорията на моделирането, методите за изграждане на модела, разработването, експериментирането и приложението на модела, и компютърните технологии да формират цялостна система, намираща се в диалектическо единство, взаимно да се обогатяват, направляват и допълват едни други. Устойчивостта, органично присъща на всяка система, трябва да доведе до постъпателно еволюционно развитие на математическото моделиране като цяло.

В най-общия случай качеството на икономико-математическите модели се определя от взаимодопълващите се характеристики за адекватност и ефективност на модела[82], които могат да се тълкуват като съгласуваност на информацията, отразяваща функционалните възможности на модела, с наличната информация за реалното състояние на обекта на моделирането и информацията за целите на моделирането. Обобщените фактори, определящи качеството на икономико-математическия модел, са показани на фиг. 4.

[82] За повече информация виж: Миркович, К. Икономическата система. София: Тракия-М, 2008, с. 262-302.



Фиг. 3. Структура на предметната област на икономико-математически модел



Фиг. 4. Фактори на качеството на икономико-математическия модел

Във връзка с обвързването на икономико-математическия модел с икономическата теория, политика и практика ще си позволим да изведем някои направления за повишаване на качеството на икономико-математическите модели и ефективността от тяхното прилагане за развитието на икономическата теория, вземането на решения и стопанската практика.

Първото направление е свързано с разширяване на арсенала на инструментално-математическите средства за моделиране: извеждане и обосноваване на нови функционални форми на моделите и критериите за оценка на параметрите, нови принципи за проверка на тяхната адекватност. Реално това е предпоставка за намаляване на инструменталната част от използваната информация, образно казано, излизане от "сенчестата сфера" и навлизане в сферата на явно обсъждане на икономическата теория, политика и практика за редица проектни решения и действия, предприемани в хода на моделирането.

По-нататъшното усъвършенстване и развитие на икономико-математическото моделиране трябва да бъде насочено към намаляване на частта на субективната или инструменталната (неявно заложена в модела) информация. Разбира се, следва да подчертаем, че субективната част на модела никога няма да достигне до нула и не бива да се стремим към това. Това означава, че втората посока на усъвършенстване на адекватността и ефективността на икономико-математическите модели трябва да бъде насочена към учебно-практическата подготовка и развитие на самия субект на моделирането.

Третото направление се отнася до необходимостта от разработване на принципно нови начини за използване в моделите на многообразна, разномащабна и разнокачествена изходна информация за изследвания обект. За съжаление тук съществуват много трудности, някои от които имат инструментален характер. Така например, традиционните технологии на моделирането са ориентирани обикновено към отчитане на количествената статистическа информация и не позволяват отчитането на косвената, качествената информация, постъпваща от различни източници. Други трудности са свързани с разнородността и различната степен на достоверност на изходната информация. Освен това голямо значение имат сведенията относно неопределеността, вероятността, значимостта, ценността на различните елементи на информацията, т.е. т.нар. метаинформация, предназначена за формирането на интересуващата ни икономическа информация.

Заключение

Безспорно прилагането на математически модели спомага за по-доброто разбиране на същината на редица икономически процеси, води до уточняване и изясняване на икономическата терминология и по този начин до голяма степен стимулира развитието на самата икономическа наука. Добре е, обаче, да не се прекалява с прекомерно много увлечения в тази насока. Икономиката като наука, политика и практика е изключително сложна и именно тази сложност е бариерата, която мате-

матиката не може изцяло да преодолее. С други думи казано, изискванията на икономиката и като наука, и като политика, и като практика значително превишават съществуващите на сегашния етап възможности на математиката. Икономическото поведение не винаги може да се сведе до формални процедури. В този контекст става ясно, че не е възможна пълна математизация на икономиката в онзи смисъл, в който проповядват това Леон Валрас и неговите последователи. Оттук става ясно, че трябва да се намерят разумни граници на приложение, в които математическият инструментариум би бил действително полезен. Тези граници предварително не могат да се посочат, те се определят от естествения ход на развитието на науката.

Главното предимство на икономико-математическия модел е точността на резултатите, получени по математически път. Но тези резултати са точни в рамките на самия математически модел и може да се окажат не толкова точни спрямо реалната икономика.

Като основен недостатък на математическите модели може да се посочи недостатъчната степен на адекватност на повечето от тях на реалните икономически процеси. Характерното за тези модели е високата степен на абстрактност, значителната идеализация и условност на техните конструкции.

Независимо от посочените недостатъци математическото направление в икономиката значително допринася за усъвършенстването на механизмите на стопанисване, регулиране и управление на фирмено, отраслово и национално равнище, особено в условията на пазарно стопанство. Днес ролята на математиката в икономическите изследвания е общопризната и не се оспорва сериозно почти от никого. Значението на математическото моделиране нараства и поради обстоятелството, че в икономиката е неизгодно, а в повечето случаи и невъзможно, да се правят експерименти.

Литература

1. Александров, А. Д. Общий взгляд на математику. // Математика, её содержание, метод и значение. Том I. Москва: АНСССР, 1956.
2. Бухолц, Т. Живи идеи от мъртви икономисти. София: Христо Ботев, 1993.
3. Винер, Н. Я. Наука и общество. Москва: Наука, 1964.
4. Гълбрайт, Дж. Икономическата наука в перспектива. С., "Христо Ботев", 1996.
5. Дайсън, Ф. Математика и физика. // Успехи физических наук. 1965.
6. Дирак, П. Принципы квантовой механики. Москва: Физматгиз, 1960.
7. Икономическа енциклопедия. София: Наука и изкуство, 2005.
8. История на математиката. София: Наука и изкуство, 1974.
9. Кейнс, Дж. М. Обща теория на заетостта, лихвата и парите. София: Христо Ботев, 1993.
10. Кендеров, П. Връзката между отделните неща много често минава през математиката. Науката - новите тенденции. Съставител Николай Матеев. София:

Свят, 2001.
11. Кеплер, И. Математика в современном мире. Москва: Мысль, 1967.
12. Клайн, М. Математика: Утрата определености. Москва: Мир, 1981.
13. Колмогоров, А. Н. Математика. БСЭ. Изд. 2. Том 26, 1976.
14. Кънев, М. и др. Микроикономика. Свищов, 2007.
15. Кратка българска енциклопедия (КБЕ). Том 3. София: БАН, 1966.
16. Леонардо да Винчи. Избранные естественнонаучные произведения. Редакция, превод, статья и коментарии В. П. Зубова. Москва, 1955.
17. Леонидов, Ат. "Новата икономика": модели на правителствена политика. // Икономическа мисъл, 2003, № 3.
18. Матеев, Е. Икономико-математическо направление в икономическите науки - състояние и тенденции. София: БАН, 1986.
19. Минасян, Г. Макроикономическа политика: правила срещу дискреция. // Икономическа мисъл, 2002, № 6.
20. Минасян, Г. Икономическа мисъл: търсене на устойчивост и адаптивност. // Икономическа мисъл, 2006, № 5.
21. Миркович, К. Международна икономика. София: Тракия-М, 2000.
22. Миркович, К. Политическа икономия и икономика: критика на становищата за общото и различното между тях. // Икономическа мисъл, 2003, № 4.
23. Миркович, К. Полезност и стойност. София: Тракия-М, 2005.
24. Миркович, К. Утвърждаване на системния подход в икономическата теория. // Икономическа мисъл, 2006, № 5.
25. Миркович, К. Икономическата система. София: Тракия-М, 2008.
26. Мяки, У. Модели и експерименты - это одно и то же. // Вопросы экономики, 2008, № 11.
27. Норт, Д. Институции, институционална политика и икономически резултати. София: ЛИК, 2000.
28. Печенкин, А. А. О соотношении математики и реальности. // Вести моск. ун-та, сер. 7, Философия, № 4, 2008.
29. Рангелов, Р. Конкуренцията в неокласическия модел на икономическия растеж. // Икономическа мисъл, 2008, № 6.
30. Раяцкас, Р. Л., Плакунов, М. К. Количественных анализ в экономике. Москва: Наука, 1987.
31. Розен, В. В. Цель-оптимальность-решение. Математические модели принятия оптимальных решений. Москва: Радио и связь, 1982.
32. Рыбников, К. А. Истории математики. Том II. Москва: МГУ, 1961.
33. Садовский, В. Н. Аксиоматический метод построения научного знания. // Философские вопросы современной формальной логики. Москва, 1962.
34. Селегмен, Б. Основные течения современной экономической мысли. Москва: Прогрес, 1968.
35. Смит, А. Богатството на народите. София: Партиздат, 1983.

36. Стойков, Ст. Икономико-математически модели. // Математика, 1970, кн. 3.
37. Узунов, Ат. и др. Микроикономика. София: Горекс Прес, 2003.
38. Чимев, К. Евклид. // Математика, 1969, кн. 2.
39. Шляпин, В.Н. Теория триады цикличного развития. // Сборник статей. Москва, 2003.
40. Шумпетер, Й. История на икономическия анализ. Том II. София: Прозорец, 1999.
41. Эйнштейн, А. Собрание научных трудов. Москва: Мысль, 1966.
42. Backhouse, R. E. If Mathematics is Informal, Then Perhaps We Should Accept That Economics Must Be Informal Too. // Economics Journal, 1998, Vol. 108, № 451.
43. Baumol, W. J. Economic Theory and Operations analysis. London, 1961.
44. Friedman, M. The methodology of positive economics. Appraisal and criticism in economics: A book of readings. Boston etc., 2001.
45. Kleiner, G. B. Economic and mathematical methods and economic theory. // Экономика и математические методы. Том 37, 2001, № 3.
46. Lukas, R. Jr. Methods and problems in business cycle theory. // Journal of Money, Credit and Banking, 1980, Vol. 12, № 4.
47. Newman, J., O. Morgenstern. Theory or Games and Economic Behavior. Princeton University Press, 1953.

MATHEMATICS AND ECONOMICS

Prof. Dr Ec. Sc. Boyko Atanasov
Assoc. Prof. Dr Plamen Iliev

Abstract

In the study there are drawn and discussed some issues, connected with the rationalization of the nature and process of mathematical cognition with respect to the following: the subject and peculiarities of mathematics, the kinds of abstraction in mathematics, the methods of idealization, formalization and axiomatization. There is presented the specific role of the practice in the development of mathematics, the criteria for the genuineness of mathematical knowledge, some objective laws in the historical development of mathematics.

Special treatment is given to the mathematization of natural sciences and the practice as one of the leading tendencies in the development of contemporary science. There is put forward the idea, that the main cause for the process of mathematization is found above all in the qualitative growth in scientific knowledge. Of course the reason for the possibility to apply mathematics is hidden also in the development of mathematics itself, the latter offering adaptive mathematical mechanism, capable of studying quantitative interdependencies in the new spheres of the real world.

There is made an attempt at drawing the factors and possibilities for applying the mathematical tools in economics. There is emphasized the fact, that the need for specific study tools within economics itself as scientific knowledge calls for the intensive use of mathematics in economic theory.

The study pays particular attention to the need to build, test and use economic-mathematical models at the current stage of the economic development, characterized above all by the transition to the knowledge economy. In this context, in the study there is made an attempt, on the basis of the results that have been achieved, to outline the new concept of the role and place of economic-mathematical models in the system of theoretical and applied economic research, broadening the traditional views on the mathematical model as a tool for economic analysis.

MATHEMATIK UND WIRTSCHAFT

Prof. Dr. W. W. Boiko Atanasov
Doz. Dr. Plamen Iliev

Zusammenfassung

In der Studie werden Fragestellungen entwickelt und untersucht, die sich auf den Charakter und den Entwicklungsprozess des mathematischen Wissens beziehen, und zwar mit folgenden Schwerpunkten: Gegenstand und Besonderheiten der Mathematik, Arten von mathematischen Abstraktionen, Methoden der Idealisierung, Formalisierung und Axiomatisierung. Dargelegt werden die spezifische Rolle der Praxis in der Entwicklung der Mathematik, die Kriterien für die Wahrhaftigkeit des mathematischen Wissens sowie bestimmte Gesetzmäßigkeiten der historischen Entwicklung der Mathematik.

Besondere Beachtung findet die Mathematisierung der Naturwissenschaften und der Praxis als eine grundlegende Tendenz der modernen Entwicklung der Wissenschaft. Es wird die Idee vertreten, dass der hauptsächliche Grund für die fortschreitende Mathematisierung vor allem im qualitativen Wachstum der wissenschaftlichen Kenntnisse besteht. Die Möglichkeiten für den Einsatz der Mathematik sind allerdings auch durch die Entwicklung der Mathematik selbst entstanden, infolgedessen die Mathematik ein flexibles Instrumentarium bietet, das quantitative Zusammenhänge in den neuen Bereichen der Wirklichkeit zu untersuchen vermag.

Es wird der Versuch unternommen, Voraussetzungen und Einsatzmöglichkeiten des mathematischen Instrumentariums für die Wirtschaft zu entwickeln. Ein Akzent ist, dass das Bedürfnis nach einem spezifischen Instrumentarium für Untersuchungen innerhalb der Wirtschaftswissenschaft zu einem intensiven Einsatz mathematischer Methoden in der Wirtschaftstheorie führt.

In der Studie findet die Notwendigkeit besondere Beachtung, dass auf dem heutigen Stand der wirtschaftlichen Entwicklung mit starkem Trend zu einer Wirtschaft des Wissens ökonomisch-mathematische Modelle gebaut, versuchsweise eingesetzt und praktisch angewendet werden. In diesem Zusammenhang bemüht man sich in der Untersuchung darum, auf der Grundlage von erzielten Ergebnissen ein neues Konzept über die Rolle und die Bedeutung der ökonomisch-mathematischen Modelle im System der theoretischen und angewandten Wirtschaftsuntersuchungen aufzuzeigen, indem man über traditionelle Vorstellungen über mathematische Modelle als Instrument der Wirtschaftsanalyse hinausgeht.

МАТЕМАТИКА И ЭКОНОМИКА

Проф. д-р эк. н. Бойко Атанасов,
доц. д-р Пламен Илиев

Резюме

В разработке рассматриваются вопросы, связанные с осмыслением характера и процесса математического познания относительно предмета и особенностей математики, видов абстракций в математике, методов идеализации, формализации и аксиоматизации. Излагаются специфическая роль практики развития математики, критерии истинности математических знаний, некоторые закономерности исторического развития математики.

Уделяется особое внимание математизации естественных наук и практики как ведущей тенденции развития современной науки. Выдвигается идея, что основная причина процесса математизации прежде всего в качественном росте научного познания. Разумеется, возможность применения математики вытекает также из развития самой математики, которая предлагает адаптивный аппарат, способный исследовать количественные взаимосвязи в новых сферах реального мира.

Предпринята попытка обосновать предпосылки возможностей применения математического инструментария в экономике. Акцентируется на том, что необходимость специфического инструментария исследования в самой экономике в качестве научного познания обуславливает интенсивное использование математики в экономической теории.

В разработке фиксируется внимание на необходимости построения, экспериментирования и использования экономико-математических моделей на нынешнем этапе экономического развития, характеризующемся прежде всего к экономике познания. В этом контексте в исследовании сделана попытка на базе достигнутых результатов определить новую концепцию роли и места экономико-математических моделей в системе теоретических и прикладных экономических исследований посредством расширения традиционных представлений о математических моделях в качестве инструмента экономического анализа.

Съдържание

Въведение 21
1. Някои аспекти на методологията на математиката. 22
1.1. Предмет и особености на математиката 22
1.2. Приложимост на математиката в други науки. 34
2. Предпоставки за приложимост на математиката в икономиката 43
2.1. Икономиката като обект на математическо моделиране 43
2.2. Икономико-математически модели 57
Заключение 70
Литература. 71
Резюме на английски език 73
Резюме на немски език 74
Резюме на руски език 75