

**С.Г. Ярмоленко, аспірант**  
**Київський національний економічний університет**  
**імені Вадима Гетьмана**

**ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ**  
**В ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СТРАХОВИКА**  
**З УРАХУВАННЯМ РИЗИКУ**

*В даній статті розкрито питання застосування страховиками економіко-математичних моделей в їх інвестиційній діяльності. Наведено приклад моделювання об'єкту та представлено послідовність дій в моделюванні. Зазначено аксіоми якими повинні користуватися суб'єкти господарювання під час економіко-математичного моделювання. Наведені деякі види існуючих моделей економіко-математичного моделювання.*

***Ключові слова:** інвестиційна діяльність, моделювання, економіко-математичне моделювання, страховики, інвестування.*

**Постановка проблеми.** На етапі розбудови ринкової моделі економіки та встановлення нових видів інвестування, перед страховиками постала проблема в підвищенні ефективності управління інвестиційною діяльністю, а також вмінням прогнозувати можливі ризики які виникають під час невизначеності у прийнятті рішень. Врахування ризиків при невизначеності в управлінських рішеннях інвестиційної діяльності посідає значну роль в страховій діяльності під час якої суб'єкти господарювання все частіше використовують методи прогнозування та економіко-математичне моделювання певних ситуацій для ефективного управління та планування інвестиційною діяльністю. Нові підходи до моделювання набули завдяки розвитку науки та техніки впродовж останнього століття, що дало змогу досконаліше визначати данні та точніше моделювати об'єкти в їх діяльності.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Проблемами математичного моделювання та прогнозування займаються багато зарубіжних та вітчизняних вчених таких як; Геєць В., Скрипниченко М., Соколик М., Шумська С., Ахметиш А.М., Киригизов І.А., Пащенко Ю.Є., Кудрицька Н.В., Чеотовський Є.В., Матюшко В.І., Потемкин В.Г., Бережна К.В., Бережний В.І. В Україні математичні методи прогнозування почали розробляти на 10 років пізніше за Сполучені Штати Америки в 60-ті роки двадцятого століття. Основоположником методів прогнозування

став колектив інституту кібернетики імені В.М. Глушкова під керівництвом О.О. Бакаєва. Інститут останніми роками працював в напрямку створення комплексу економетричних моделей прогнозування [1].

**Формування цілей статті.** Визначити можливість економіко-математичного моделювання в інвестиційній діяльності страхових компаній з урахуванням ризиків інвестиційної діяльності.

**Виклад основного матеріалу:** З метою отримання економічного ефекту від інвестиційної діяльності, страховикам, необхідно застосовувати методи економіко-математичного моделювання, використання яких дозволить адекватно визначити можливий обсяг інвестиційних ресурсів та обрати оптимальний інвестиційний портфель на конкретний період, прорахувати заздалегідь його переваги та недоліки, а потім реалізувати данні моделювання. При проведенні аналізу ризикових ситуацій в інвестиційній діяльності страховиків використовуються закони розподілу випадкових величин основних показників ризику.

Для створення економіко-математичних моделей вибору оптимальних інвестиційних проектів виникає потреба в аналізі цілого ряду залежностей для визначення необхідних даних для дослідження. Дані залежностей можна одержати під час прогнозування подальшої діяльності страховика на фінансовому ринку. Необхідність ефективного управління ризиками інвестиційної діяльності страхових компаній майже неможливе без відповідного прогнозування та планування як на короткий так і на довгий періоди їх діяльності. Під системою прогнозування інвестиційних ризиків розуміється виявлення причинно-наслідкових зав'язків, ймовірних шляхів і результатів майбутнього розвитку процесів, а також оцінку показників які характеризують ці процеси в майбутньому.

Взагалі саме прогнозування виникло наприкінці 50-х років двадцятого століття в Сполучених Штатах Америки. Розробка математичних методів прогнозування в поєднанні з розвитком програмного забезпечення сприяли тому, що вже в 70-х роках в Сполучених Штатах Америки близько 80% великих компаній розраховували прогнози ділової активності в найближчі 3-5 років.

Під керівництвом загально відомого українського вченого В.М. Гейця в Інституті економічного прогнозування НАН України було розроблено систему моделей для перспективного розвитку економіки України за допомогою яких можливо з імітувати складові політики економічного зростання на мікрорівні з урахуванням стану суб'єкта господарювання та його внутрішнього балансу. Одним з можливих методів отримання результатів прогнозування є математична обробка даних за

поточний період із знаходженням аналітичних залежностей, які в подальшому будуть використовуватися страховиками за для отримання даних на майбутні періоди. Такий метод має назву «методом екстраполяції». Для кращого розуміння проблеми яка досліджується потрібно визначити поняття «модель», «моделювання», «об’єкти моделювання».

Поняття «модель» походить від латинського слова «*modelium*», що означає міру, образ спосіб тощо. Первісне ж значення моделі було повністю пов’язане лише з мистецтвом скульпторів, архітекторів та винахідників, яка визначалась для позначення подібного від чогось. Спочатку модель використовувалась як ізоморфна теорія. Після створення Декартом і Ферма аналітичної геометрії, моделі стало поняттям й сама теорія що має структурну будову відносно іншої теорії[8]. Отже, модель є фізичною або абстрактною системою, яка адекватно правдоподібно подає об’єкт дослідження. В багатьох наукових працях під моделлю розуміється замісник оригіналу, який забезпечує вивчення або фіксація властивостей оригіналу. Модель є свого роду універсальним інструмент для дослідження явищ, предметів, сфер та ін.

Загалом будь-яка інвестиційна, фінансова чи економічна модель являється абстрактною, тому що має умовні значення та визначення. Модель повинна визначати характерні ознаки системи що вивчається, а отже основною вимогою до моделі повинна бути її відповідність до реального часу в якому функціонує об’єкт. Можна висловитися так що, «модель вважається адекватною об’єкту-оригіналу, якщо вона з достатнім ступенем наближена на рівні розуміння системним (фінансовим) аналітиком модельованого процесу, відображає закономірності процесу функціонування реальної економічної системи у зовнішньому щодо об’єкта дослідження середовища» [5]. Тобто модель являється тоді тільки правильною, коли вона відображає реально існуючі закономірності, враховує всі фактори та процеси діяльності сфери в якій функціонує суб’єкт господарювання.

Будь-який процес в економіці базується на певних принципах або аксіомах, які присутні в тому чи іншому процесі. Не виключенням є і економіко-математичне моделювання. У теорії моделювання існують наступні аксіоми які зазначені в табл. 1 [9, С. 123]

Для кращого розуміння потрібно надати визначення такому поняттю як «моделювання». На сьогоднішній день найбільш поширеними являються такі визначення:

- Моделювання – це вияв властивостей будь-якого об’єкта, процесу або явища за допомогою його моделі [6].

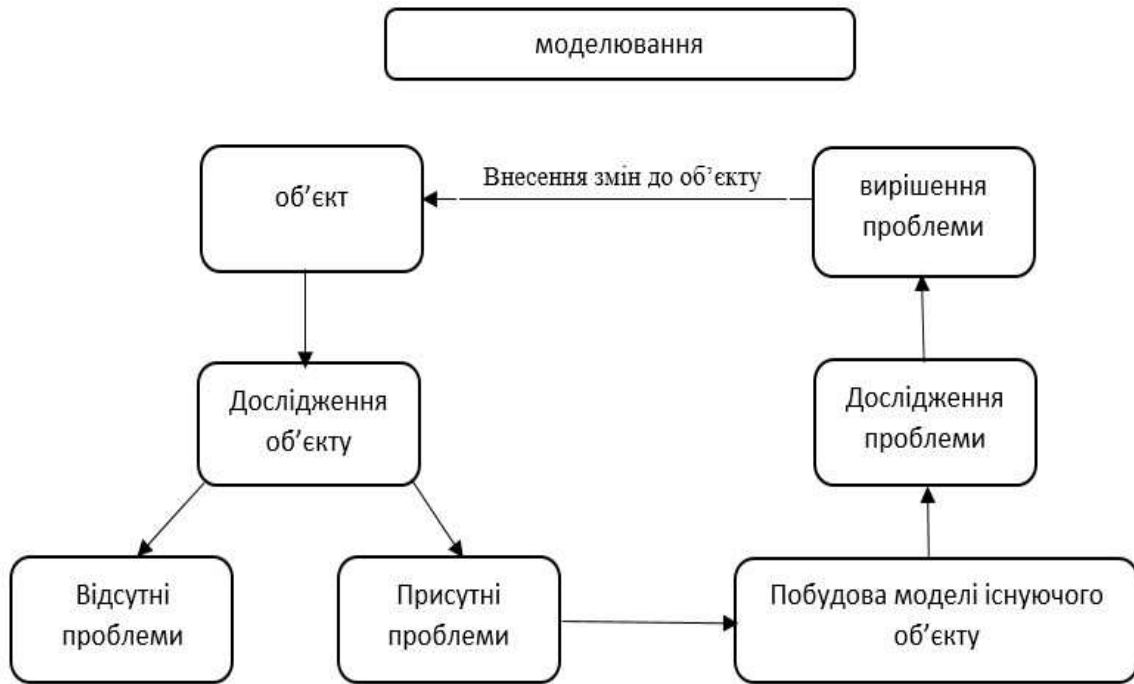
**Аксиоми теорії моделювання**

Аксиома 1	Модель не існує сама по собі, а виступає в тандемі з певним матеріальним об’єктом, який вона подає (заміщає) у процесі його вивчення або проектування.
Аксиома 2	Для природних матеріальних об’єктів модель вторинна, тобто з’являється як наслідок вивчення та опису цього об’єкта. Для штучних матеріальних об’єктів (створених людиною або технікою) оскільки передуює появі об’єкту (наприклад страхова компанія).
Аксиома 3	Модель завжди простіша за об’єкт. Вона відображає тільки деякі його властивості, а не подає об’єкта «у всій його повноті». Для одного об’єкта будується ряд моделей, які відображають його поведінку чи властивості з різних боків або з різною зоною детальністю.
Аксиома 4	Модель повинна бути подібна тому об’єкту, який вона заміщає, тобто модель у певному розумінні є копією, аналогом об’єкта. Якщо в досліджуваних ситуаціях модель поводить так, як і об’єкт, що моделюється, або ця різниця невелика і влаштовує дослідника, то модель є адекватною оригіналу. Адекватність – це відтворення моделлю з необхідною повнотою і точністю всіх властивостей об’єкта, істотних для даного дослідження.
Аксиома 5	Побудова моделі не самоціль. Вона будується для того, аби можна було експериментувати не з об’єктом, а з більш зручним його представником, який називається моделлю.
Аксиома 6	При моделюванні складних об’єктів варто, по можливості, вибрати найвищий рівень ієрархії, при якому досяжна бажана точність. Таке моделювання називається високорівнем.

➤ Моделювання є процесом побудови, вивчення і застосування моделей [7].

➤ Моделюванням називається заміщення одного суб’єкта іншим з метою одержання інформації про найважливіші властивості об’єкта-оригіналу за допомогою об’єкта моделі [7].

Процес моделювання представлений на рисунку.



### Процес моделювання

Як видно з даного рисунку, першим пунктом для моделювання є визначення його об'єкту. На думку автора, об'єктом моделювання в економіці прийнято вважати економічну систему в якій знаходиться суб'єкт економіки. Таким чином, в нашому випадку об'єктом моделювання буде вважатися система інвестиційної діяльності страховика. Системою інвестиційної діяльності слід вважати відносини та зв'язки між суб'єктами інвестиційної діяльності, які мають логічну послідовність та відображають цілісність процесу інвестування. Після визначення об'єкту, здійснюється його дослідження та аналіз по виявленню можливих відхилень та ризиків які притаманні даному об'єкту дослідження.

За результатами детального аналізу, визначається чи є наявність проблем в об'єкті аналізу (системи інвестиційної діяльності) якщо ж проблеми відсутні, то об'єкт залишається функціонувати в тому вигляді в якому він існує. Коли ж все таки були виявлені проблеми в об'єкті, починаються наступні процеси: створення моделі існуючого об'єкту; дослідження проблеми яка була виявлена під час аналізу об'єкта. Хочеться зауважити, що під час виявлення проблеми можливе створення нових моделей, але об'єктом дослідження вже буде виступати сама проблема. Коли ж все таки були виявленні всі проблеми, починається процес генерування ідей та гіпотез, щодо вирішення проблем які були виявленні. Знайшовши оптимальний варіант вирішення проблеми, починається процес внесення змін до моделі об'єкту та створення нового об'єкту

діяльності. Для ризик-менеджменту страховика, процес внесення зміни до об'єкту дуже важливий, тому що під час цього процесу в новий об'єкт економіки закладаються можливі ризики, методи їх запобігання та визначення, що в майбутньому дасть позитивний результат діяльності.

Взагалі моделювання на сьогодні це безперервний процес який кожного разу відновлюється та відбувається у всіх сферах економічної діяльності країни, починаючи від трудової діяльності на підприємстві закінчуючи її економічними сферами.

Пошук та аналіз рішень, суб'єкту підприємництва надають можливість встановити наскільки точно вдалося вибрати кращий варіант рішень для певного питання та можливі його наслідки в майбутньому. Безумовно страховику перш ніж прийняти остаточне рішення потрібно вдатися до експерименту який зміг би відобразити точний або приблизний результат його діяльності.

Таким чином це спонукає страховика використовувати економіко-математичні методи які змогли б дати уявлення про певні економічні об'єкти і процеси в ході програмування, прогнозування, планування та фінансового аналізу.

На сьогоднішній день до найбільш популярних економіко-математичний методів відноситься економіко-математичне моделювання, тобто висвітлення певного економічного об'єкту або процесу у вигляді певної економіко-математичної моделі, яка надає змогу їх дослідити в будь якому розрізі. Економіко-математична модель свого роду є уявним описом конкретного економічного об'єкту, що заздалегідь має в основі відомі параметри, показники та величини які зможуть охарактеризувати існуючий стан об'єкту його функціонування у вигляді математичних формул, залежностей та співвідношень між собою.

До моделей слід відносити не тільки математичне відображення об'єкту та процесу, а й певні його логічні зв'язки у вигляді матриць, моделей структурних схем або графіків.

На сьогоднішній день існує багато типів економіко-математичних моделей які використовуються на практиці багатьма суб'єктами господарювання в управлінні об'єктами та процесами інвестиційної діяльності. Поділ економіко-математичних моделей за типом та видом наведені у табл. 2. В даній класифікації економіко-математичних моделей наведені основні їх види які присутні на сьогоднішній день в теоретичній економіці. На практиці можливі й інші види та класифікація економіко-математичних моделей. З представленої таблиці можна виділити декілька основних методів економіко-математичного моделювання які можуть бути

застосовані у інвестиційній діяльності страховика з урахуванням певних ризиків.

## 2. Види економіко-математичних моделей

Тип	Вид	Опис
За цільовим призначенням	Теоретико-аналітичні	Призначені для вивчення та узагальнення властивостей та закономірностей системи що розглядається
	прикладні	Дають можливість визначити й оцінити параметри функціонування конкретних об'єктів чи процесів та сформулювати рекомендації по прийняттю рішень
За масштабами досліджуваного економічного об'єкту	Макроекономічні	Характеризують величину досліджуваного об'єкту або процесу, а також його направленість.
	мікроекономічні	
За способами відображення чинниками часу	Статичні	Значення параметрів моделі належать до фіксованого (одного) моменту часу.
	Динамічні	Параметри об'єкту чи процесу змінюються в часі.
За ознакою способу відображення	безперервні	Ті в яких час розглядається як безприривний фактор
	Дискретні	Відображають об'єкт чи процес у фіксований момент часу
	змішані	Використовують, перебіжна фіксовані або дискретні моделі в залежності від вимог.
За способами відображення причинно-наслідкових зав'язків	Детерміновані	Не враховують елементів випадковості, наявні жорсткі функціональні зв'язки
	Стохастичні	Враховують випадкові процеси. Використовують методи й інструменти теорії ймовірностей і математичної статистики.
	Теоретико-ігрові моделі	Враховують вплив факторів, що мають більш високу ступінь невизначеності, ніж стохастичні.
За формою математичних залежностей	Лінійні	
	нелінійні	Використовують для більшості залежностей в економіці
За ступенем повноти подібності	Ізоморфні	Абсолютно подібні об'єкту чи процесу який досліджується
	Геомоморфні	Частково подібні до об'єкту чи процесу

Розроблено автором за матеріалами [5, С. 13-14]

Дискретні моделі економіко-математичного моделювання – даний вид моделі можна змінювати в просторі та часі залежно від факторів впливу на об’єкт (процес інвестиційної діяльності) враховуючи зовнішні та внутрішні ризики.

Стохастичні та теоретико-ігрові моделі економіко-математичного моделювання також можуть бути використаними страховиком оскільки вони повністю або частково враховують момент випадковості який дуже важливий в міру специфіки страхової діяльності, а також можуть більш швидше змінюватися та адаптуватися до того економічного клімату в якому перебуває об’єкт або процес моделювання.

Також для кращого відображення ризиків можна застосувати нелінійні моделі які могли б приблизно або чітко надати взаємозв’язки між діяльністю та впливом ризику.

На практиці існують також й інші окремі види економіко-математичних моделей які застосовуються або можуть бути застосовані в управлінні інвестиційною діяльністю, які виділяються перш за все практичною сферою їх застосування в різних економічних управлінських рішеннях. Отже такими моделями являються:

#### 1. Факторні економіко-математичні моделі.

Дані моделі охоплюють економічні фактори, які впливають на стан та зміну того чи іншого досліджуемого економічного процесу (об’єкту). Якщо суб’єкту господарювання відомо більшість факторів або ризиків, то модель дає змогу визначити невідомі параметри. Також можливим стає і зворотній процес моделювання при якому задаються бажані показники фінансового стану об’єкта та за допомогою моделі встановлюється певне значення факторів, ризику, які можуть задовольнити необхідний результат діяльності.

#### 2. Балансові моделі

Балансові економіко-математичні моделі в своїй формі виражають баланс певного економічного, фінансового чи інвестиційного продукту включаючи їх грошові надходження та видатки. Дану модель можна застосовувати під час прогнозування ризиків ліквідності певних категорій активів.

#### 3. Ігрові моделі.

Ігрові моделі з’явилися у прикладній математиці з появою «теорії ігор». Теорія ігор сформувалась в 20 столітті з появою таких робіт Дж. фон Неймана «До теорії стратегічних ігор» в 1928 році та О. Морганштерна «Теорія ігор і економічна поведінка» в 1944 році. Теорія ігор на відмінну від інших теорій в математиці позиціонувалась з боку розв’язання задач які виникають в конкурентній економіці. Дана економіко-математична модель



є певного роду відображенням економічних ситуацій, у яких відбувається протиставлення інтересів декількох економічних гравців, які в своїй діяльності можуть переслідувати як одну так і різні цілі, що само собою викликає певну залежність між прийняттям рішень кожного учасника даного процесу. Ці економіко-математичні моделі як найкраще сьогодні підходять для страховика, оскільки вони враховують фактор невизначеності прийняття рішення іншими конкуруючими сторонами в процесі їх діяльності. Застосування даної стратегії дозволить йому вибрати оптимальну стратегію його інвестиційної діяльності, та встановлювати залежно від економічного клімату та ринку способи можливих дій, що дасть змогу максимізувати можливу економічну вигоду та мінімізувати економічні втрати.

4. Імітаційна модель. Одна з найскладніших економіко-математичних моделей, яка стала популярною з розвитком науки та техніки в світі, а також її впроваджені в економічну діяльність суб'єктів господарювання. Для цієї моделі характерно визначення складних програм, які дають змогу описати поведінку складників економічного процесу (об'єкта), а також взаємодію між ними. Розрахунки за допомогою даних моделей дають змогу суб'єктові господарювання за наявності вхідних даних імітувати ті процеси що відбуваються або можуть відбутися в об'єкті[10].

На сьогодні з розвитком науки та техніки, почали з'являтися все нові й нові моделі, завдяки яким з'являється можливість росту ефективності діяльності страховика. Моделі які ж наведені вище являються похідними та основоположниками до інших більш розвинутих моделей, які можуть бути використанні страховиком в їхній інвестиційній діяльності враховувати ризики які притаманні цьому виду діяльності.

**Висновки.** Економіко-математичне моделювання на сьогодні залишається одним з найефективніших методів планування та прогнозування інвестиційної діяльності. Моделювання являється основним методом прийняття рішень в спірних питаннях в інвестуванні. Завдяки економіко-математичному моделюванні страховикам стало можливо імітувати реакцію процесів на їх рішення та прогнозувати можливі наслідки. Особливого значення моделювання набуло під час розвитку науки та техніки. Науково-технічний прогрес дав поштовх до розробки та вивченню нових видів та методів економіко-математичного моделювання. Економіко-математичні моделі здатні бути дуже потужним засобом при інвестиційної діяльності. Хоча багато вчених займаються питанням впровадження моделювання в різні сфери діяльності суб'єктів

господарювання, для страхових компаній це питання залишається відкритим, потребує подальшого вивчення та дослідження.

**Бібліографічний список:** 1. Бакаєв О.О. Макроеконометричне моделювання економічного розвитку України: монографія / О.О. Бакаєв, Т.Г. Кравченко, Т.А. Маукмінова; // За заг.ред. О.О. Бакаєва, Т.А. Маукмінової. – К.: 2004. – 124 с. 2. Геєць В. Розширена економетрично модель фінансового програмування та вихідні положення політики економічного зростання в умовах фінансової нестабільності // Економіст. – 1998. – № 5. – С. 12-21. 3. Геєць В.М. Секторальні макромоделі прогнозування економіки України // В. Геєць, М. Скрипниченко, М. Соколик, С. Шумська // Економіст. – 1998. – № 5 С. 58-67. 4. Економіка України: стратегія і політика довгострокового розвитку / За ред. акад. НАН України Геєця В.М. – К.: Ін-т екон. Прогнозув.; Фенікс, 2003. – 1008 с. 5. Бережна Л.В. Економіко-математичні методи та моделі в фінансах / Л.В. Бережна, О.І. Снитюк // К.: Кондор. – 2009. – 301 с. 6. Бокс Дж., Дженікс Г. Анализ временных рядов, прогноз и управление. – М.: Мир, Вып. 1. – 1974. – 408 с. 7. Бурков В.Н. Модели и методы управления организационными системами / В.Н. Бурков, В.А. Приков – М.: Экономика, 1994. – 292 с. 8. Глівенко С.В. Економічне прогнозування: навч. посібник / Глівенко С.В., Соколов М.О., Таліженко О.М. – 2-ге вид., перероб. та доп. – Суми: Видавництво «Університетська книга», 2001. – 207 с. 9. Зацеркляний М.М. Основи економічної кібернетики / Зацеркляний М.М., Мельников О.Ф.: навч. посібник. – Чернівці: ТОВ «Видавництво «Наші книги»», 2008. – 392 с. 10. Кобелев А.Ф. Практика применения экономико-математических методов и моделей / учеб.-практ. пособие. – М.: ЗАО «Финстатинформ», 2000. – 246 с.

**Яроленко С. Економико-математическое моделирование в инвестиционной деятельности страховщика с учетом риска.** В данной статье раскрыты вопросы в применении экономико-математических моделей страховщиками в их инвестиционной деятельности. Приведен пример моделирования объекта и представлены последовательность действий в моделировании. Указано аксиомы которыми должны пользоваться субъекты хозяйственной деятельности при экономико-математическом моделировании. Также приведены некоторые виды существующих моделей экономико-математического моделирования.

**Ключевые слова:** инвестиционная деятельность, моделирование, экономико-математическое моделирование, страховщики, инвестирования.

**S.H. Yarmolenko. Economic and mathematical modelling in investment activity of an insurer with risk.** Comprehensive investigation as for economic and mathematical models usage by the insurers in their investment activity is conducted in the given article. The example showing why modeling is considered to be the priority method in the analysis, evaluation and predicting in investment activity is given. The detailed analysis of other works of the scientists who studied the given problem is done. To get the economic efficiency from investment activity, the insurers must use the methods of economic and mathematical modeling. Exploitation of such methods will permit to identify adequately the possible volume of investment resources and to choose the optimum investment portfolio for a certain period, and also to calculate in advance its advantages and disadvantages and then, to realize the data of modeling.

The notion “model” and namely its origin are explained. The determinations why any investment model is abstract and has different determine conditions are given. Like any other science and economy, any activity is based on certain axioms. The modeling, which is being investigated in the article, is not an exception. So the author gives the main axioms based on which the whole process of modeling should be done. For better understanding the determination of such process as “modeling” is given and several definitions of the given notion are proposed.

The author developed and showed a simple process of modeling. The stages of modeling process and the way of model developing are shown. Like predicting and analysis in the other systems, in economic and mathematical modeling there are its own types of models based on which the process of modeling is being taken place. The author worked out the table that completely represents the main types of economic and mathematical models existing in theoretical economy nowadays. The types of economic and mathematical models that are used or can be used in practice are also given. The actuality of the given theme both for insurance companies and for other subjects of an entrepreneurship is proved. The conclusions concerning the performed work are given in the author’s scientific article.

**Key words:** investment activity, modeling, economic and mathematical modeling, insurers, investment.

*Стаття надійшла до редакції 15.01.2016 р.*