

СТРУКТУРНА МОДЕЛЬ ФОРМУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ

У статті здійснено науковий аналіз психолого-педагогічної літератури й наукових досліджень із проблеми моделювання, оскільки моделювання в педагогіці обумовлено пошуком шляхів удосконалення підготовки фахівців різного рівня, наведено авторське тлумачення моделі формування математичної компетентності майбутніх інженерів. Розроблено й теоретично обґрунтовано структурну модель процесу формування математичної компетентності майбутніх інженерів у вищому технічному навчальному закладі, яка включає такі структурні блоки: концептуально-цільовий, організаційно-змістовий, процесуально-технологічний та аналітико-результативний. Запропонована модель реалізована в середовищі фундаментальних дисциплін, які є методологічною основою процесу формування компетентності майбутнього інженера.

Ключові слова: структурна модель, майбутній інженер, математична компетентність, модель, метод моделювання..

This article provides a scientific analysis of psychological and educational literature and research on the problem of simulation modeling in teaching because due to the search for ways to improve training of specialists at various levels, are the author's interpretation of the model of mathematical competence of future engineers. Developed and theoretically grounded structural model of the formation of mathematical competence of future engineers in higher technical educational institution, which includes the following structural units: conceptual and trust, organizational, semantic, procedural and technological and analytical results. The process of formation of mathematical competence of future engineer in machine engineering industry via system approach shall have to be based upon the students' individual peculiarities having involved the different aspects of training process. The model is implemented in the environment of the fundamental disciplines that is the methodological basis of the process of formation of competence of future engineer.

Keywords: a structural model, future engineer, mathematical competence, model, modeling method.

Реформування вищої освіти, наближення її до європейських та світових стандартів зумовлює потребу проведення кардинальних змін, у тому числі й у системі підготовки інженерних кадрів. У сучасному суспільстві зростають вимоги до фахової підготовки майбутніх інженерів і таких їх соціально значимих особистих якостей як комунікативна мобільність, прагнення до успіху, готовність до творчої діяльності, відповідальність, самостійність, здатність вирішувати завдання в нестандартних ситуаціях, вміння швидко та ефективно реагувати на різноманітні соціальні зміни. У цих умовах трансформуються цілі та завдання системи освіти в цілому і вищої освіти зокрема. В основу розробки галузевих стандартів вищої освіти нового покоління покладено компетентнісний підхід, а одним із показників оцінки якості підготовки фахівців інженерного профілю у вищих технічних навчальних закладах є сформованість професійної компетентності, однією зі складових якої є саме математична компетентність.

Проблема моделювання як вивчення різноманітних явищ і процесів знайшла своє відображення в працях А. Кочергіна, В. Венікова, М. Вартофського, М. Гамеза,

І. Домашенка, О. Зинов'єва, В. Нікадрова, В. Штоффа. У педагогічній науці особливості методу моделювання розкрито в працях В. Загвязинського, В. Монахова, О. Дахіна, Є. Лодатка, В. Міхеєва, І. Підласого та ін. У контексті дослідження науковий інтерес викликали моделі підготовки майбутніх педагогів, розроблені Н. Борисенко, Н. Верещагіною, В. Шаховим, О. Таможньою, Н. Зеленко. Теоретичному обґрунтуванню методу моделювання присвячені роботи С. Архангельського, В. Афанасьєва, Ю. Бабанського, Б. Глінського, О. Дахіна, Н. Кузьміної, І. Новік, Г. Суходольського, В. Штофф та інших учених.

Дослідження цих педагогів і психологів вносять багато цінного для вирішення питання застосування компетентнісного підходу в процесі підготовки майбутніх інженерів, між тим проблема формування математичної компетентності як складової професійної компетентності не знайшла достатнього висвітлення.

Мета статті – розробити й теоретично обґрунтувати структурну моделі процесу формування математичної компетентності майбутніх інженерів у вищому технічному навчальному закладі.

Спочатку звернемось до з'ясування критеріального апарату даного процесу, а саме визначимо ключові для нас категорії «моделювання» та «модель».

Метод моделювання на сьогоднішній день займає все дедалі вагомніше місце в педагогічних дослідженнях. Моделювання в педагогіці обумовлено пошуком шляхів удосконалення підготовки фахівців різного рівня. Зокрема, Ю. Бабанський справедливо відзначає, що моделювання в педагогічних дослідженнях виступає як вища і особлива форма наочності, як засіб впорядкування інформації, що дозволяє більш глибоко розкрити сутність досліджуваного явища [1].

М. Ярмаченко [7, с. 323] вважає, що метод моделювання лежить в основі будь-якого методу наукового дослідження – як теоретичного, при якому використовуються різноманітні знакові, абстрактні моделі, так і експериментального, де використовуються предметні моделі.

Метод моделювання є інтегративним, він дозволяє об'єднати теоретичне і емпіричне в педагогічному дослідженні, дозволяє досліджувати педагогічні об'єкти у взаємозв'язку і проектувати логічні конструкції, що відображають педагогічне явище в розвитку. [10, с. 48–55].

Отже, можна стверджувати, що педагогічне моделювання забезпечує достовірність обробки отриманих результатів, а результатом моделювання, в нашому випадку, є модель формування математичної компетентності майбутніх інженерів машинобудівної галузі, що описує досліджуваний нами процес.

Для того, щоб дати тлумачення моделі формування математичної компетентності майбутніх інженерів звернемось до трактування «моделі» науковцями. Зокрема, Л. Пустовіт «модель», як термін іншомовного походження, трактує як «зразок, примірник чого-небудь, схема для пояснення якогось явища або процесу» [7, с. 433]; як штучно створений об'єкт у вигляді схеми, фізичних конструкцій, знакових форм або формул, який відображає і відтворює в найпростішому вигляді структуру, властивості, взаємозв'язки і відношення між елементами цього об'єкта [5]. Згідно О. Дахіну, модель – це штучно створений об'єкт у вигляді схеми, фізичних конструкцій, знакових форм або формул, будучи подібним досліджуваному об'єкту, відображає і відтворює в більш простому вигляді структуру, властивості, взаємозв'язки і відносини між елементами цього об'єкта [3, с. 65–93].

Як зазначає В. Ягупов [10, с. 227], наукова категорія «модель» має еталонне значення, яке «визначає цілі, основи організації та проведення навчального процесу».

У свою чергу, В. Штофф під моделлю розуміє подумки подану або матеріально реалізовану систему, яка, відображаючи або відтворюючи об'єкт дослідження, здатна заміщати його так, що її вивчення дає нам нову інформацію про об'єкт [9].

Таким чином, загальнонаукові поняття «модель» і «моделювання» є важливими і водночас складними інструментами для педагогіки. По-перше, вони потрапили в означену сферу з інших галузей знань; по-друге, як зазначає Є. Лодатко, вони мають «особливості, природа яких ґрунтується на нечіткості, розпливчастості педагогічних понять» [6, с. 11].

Отже, в якості об'єкта моделювання нами представлений процес формування математичної компетентності майбутніх інженерів, який здійснюється в навчально-виховному процесі професійної підготовки студентів технічних ВНЗ. Під моделлю формування математичної компетентності майбутніх інженерів ми будемо розуміти опис та теоретичне обґрунтування структурних компонентів даного процесу.

Розроблена нами модель, реалізована в середовищі фундаментальних дисциплін і включає такі структурні блоки: концептуально-цільовий, організаційно-змістовий, процесуально-технологічний та аналітико-результативний.

1. Концептуально-цільовий блок містить мету, завдання, методологічні підходи, принципи формування математичної компетентності майбутніх інженерів. Оскільки розроблена нами модель, являє собою педагогічну систему, яка спрямована на розвиток особистості майбутнього інженера, то найважливішим чинником будь-якої педагогічної системи є мета, як образ того результату, що очікується. На думку М. Красовицького, «ефективність системи педагогічної освіти значною мірою залежить від правильно визначеної системи цілей цієї роботи. Мета – це прогностична модель знань та вмінь, якими повинен володіти спеціаліст, щоб оптимально виконувати свої посадові функції» [4]. Постановка мети є найважливішим етапом проектування моделі і створює передумови для об'єднання всіх інших її елементів в цілісну єдність. Під метою будемо розуміти ідеальну модель бажаного результату: випускник технічного ВНЗ, досягнув оптимального рівня математичної компетентності в єдності мотиваційно-діяльнісного (включає систему мотивів, мету, потребу у вивченні математичних дисциплін, що створюють передумови для засвоєння професійно орієнтованих дисциплін у системі інженерної освіти), когнітивно-творчого (визначає ступінь володіння теоретичними знаннями з математичних дисциплін), операційно-технологічного (передбачає вибір та застосування математичного інструментарію в процесі роботи з професійною задачею і визначається як технологічність вирішення виробничих проблем), мобільно-гностичного (швидке відтворення інтеграційних зв'язків, об'єднання знань, здобутих з різних видів діяльності та різних джерел, озброєння майбутніх інженерів навичками навчальної діяльності) компонентів.

В процесі формування математичної компетентності майбутнього інженера основні завдання полягають в тому, щоб сформувати:

- позитивне мотиваційно-ціннісне ставлення до вивчення математичних дисциплін та застосування математичного апарату у майбутній професійній діяльності;
- уміння правильно обирати відповідність математичної технології (техніки, методу) до розв'язування відповідного класу прикладних задач;
- інформаційно-пошукові уміння, які передбачають в максимально короткий термін здійснити пошук, відбір потрібної інформації, її обробку та використання для отримання нових знань, на основі яких, приймається ефективний розв'язок професійної задачі;

• систему вмінь і навичок щодо планування та організації самоосвіти та саморозвитку, поновлення власних математичних знань у відповідній галузі.

В основу проектування моделі навчального процесу, відповідно до її мети, були покладені методологічні підходи, що відповідають специфіці розв'язуваної проблеми. До таких, на нашу думку, належать:

1. Компетентнісний підхід, на основі якого розроблені галузеві стандарти вищої освіти, мають сприяти її вищій якості через підвищення компетентності майбутніх випускників інженерів.

На думку професора О.Голубенка, «...однією з особливостей компетентнісного підходу є перенесення акцентів з процесу навчання на його результати» оскільки ... «результати навчання ... відіграють важливу роль у найбільш широкому контексті, що містить інтеграцію академічної і професійної освіти і підготовки, оцінку попереднього навчання, розвиток структур кваліфікацій упродовж усього життя...». При цьому під процесом навчання розуміється «...процес поступового засвоєння складних та абстрактних галузей за принципом наростаючої складності (концепції, поняття, категорії і моделі поведінки), а також умінь і широких компетенцій. ... Результати навчання – набір знань, умінь і/або компетенцій, засвоєних особою, які вона може продемонструвати під час завершення навчання. ... Результати навчання дозволяють: студентам – розуміти, що очікується від них; викладачам – зосереджуватися на майбутніх досягненнях студентів; роботодавцям – одержувати інформацію про компетенції випускників» [2].

2. Системний підхід дозволяє розглядати досліджуваний процес з точки зору його структури, змісту, функцій, сукупність методів, системних зв'язків.

3. Особистісно-орієнтований підхід передбачає створення умов для формування у студентів потреби в математичній освіті, для розвитку й самовдосконалення студентів.

Наповнення кожного блоку моделі та їх взаємодія визначаються дією принципів, що лежать в основі використовуваних педагогічних технологій. До принципів формування математичної компетентності майбутніх інженерів нами віднесено:

1. *Принцип інтегративності*, який забезпечується використанням міжпредметних зв'язків для поповнення змісту фундаментальних дисциплін прикладними задачами зі спеціальності в процесі навчання.

2. *Принцип професійної мобільності*, який означає таку побудову змісту математичної освіти, за яким спеціаліст здатен швидко переключатися з одного виду діяльності на інший, що обумовлено створенням нового технологічного обладнання та комплексів; майбутній фахівець отримує не тільки традиційні знання, вміння та навички, але й оволодіває комплексом самоосвітніх компетенцій щодо досліджуваного технологічного процесу, застосовуючи сучасні методики пошуку науково-технічної інформації.

3. *Принцип мотивації*, який передбачає створення таких психолого-педагогічних умов, за яких студент спроможний зайняти активну особистісну позицію і найбільш повною мірою розкритися не тільки як об'єкт навчальної діяльності, а й як суб'єкт.

4. *Принцип самоорганізації*, який означає, що в умовах ринкової економіки суспільству потрібні ініціативні та самостійні фахівці, здатні постійно удосконалювати себе, виявляти готовність до швидкого оновлення знань, розширення навичок і вмінь, освоєння нових технологій.

5. *Принцип раціонального поєднання колективних та індивідуальних форм і способів навчальної роботи* передбачає застосовувати різноманітні методи і форми навчальної діяльності під час проведення занять.

6. *Принцип практичної та прикладної спрямованості навчання* полягає в розумінні зв'язків і залежностей між пізнанням дійсності, наслідком якої є теорія та практикою. Під

час проведення лекцій студенти мають здобувати знання, необхідні для їх успішної професійної діяльності, а на практичних заняття – навчитись ефективно діяти в умовах, що пов'язані з розв'язуванням прикладних задач спеціальності.

7. *Принцип системності й послідовності навчання* можна розглядати як похідний від принципу науковості, оскільки кожна наука, маючи свою систему, передбачає певну систему і послідовність викладу в дидактичному процесі.

2. *Організаційно-змістовий* блок включає систему знань, умінь та навичок з навчальних дисциплін «Вища математика», «Математика», структурні компоненти математичної компетентності та їх функції.

У процесі дослідження ми виділили наступні компоненти математичної компетентності майбутніх інженерів:

1) *Мотиваційно-діяльнісний компонент* включає систему мотивів, мету, потребу у вивченні математичних дисциплін, що створюють передумови для засвоєння професійно орієнтованих дисциплін у системі інженерної освіти.

Цей компонент реалізує *координаційну функцію*, яка полягає у потребі студентів оволодінням математичними знаннями та вміннями, в пробудженні в них інтересу до математичної діяльності і бажанні самореалізуватися.

2) *Когнітивно-творчий компонент* визначає ступінь володіння теоретичними знаннями з математичних дисциплін, характеризується вмінням проявляти інтуїцію, знаходити оригінальний розв'язок, готовністю до творчого осмислення використання математичних знань, умінь та навичок у професійній діяльності. Компонент виконує *освітню функцію* процесу формування математичної компетентності майбутнього інженера, яка полягає в озброєнні їх методами і способами розв'язування професійних задач на основі математичного апарату, в ознайомленні з особливостями використання математики в майбутній професійній діяльності.

3) *Операційно-технологічний компонент* передбачає вибір та застосування математичного інструментарію в процесі роботи з професійною задачею і визначається як технологічність вирішення виробничих проблем. Виконує *результативну функцію*, яка полягає у розвитку в студентів умінь розв'язування задач прикладного характеру, у виборі прийомів і способів розв'язування нестандартних задач.

4) *Мобільно-гностичний компонент* спрямований на формування в студентів потреби у знаннях з вищої математики для успішної подальшої професійної діяльності та озброєння майбутніх інженерів навичками навчальної діяльності. Виконує *інтегруювальну функцію*, яка сприяє об'єднанню знань, здобутих з різних видів діяльності та різних джерел, тобто покликана інтегрувати в одне ціле різноманітну фрагментарну інформацію.

3. *Процесуально-технологічний* блок включає:

а) етапи формування математичної компетентності майбутніх інженерів:

I етап – діагностично-актуалізаційний. Оскільки процес формування математичної компетентності бере свій початок ще зі школи, то наші майбутні інженери, приходять у ВНЗ вже зі сформованим рівнем математичної компетентності, причому в кожного із них цей рівень свій. Вказаний етап визначається перевіркою (діагностикою) вхідного рівня сформованості математичної компетентності студентів-першокурсників за допомогою контрольних завдань, написання «нульової» контрольної роботи. У процесі оволодіння новими знаннями важливість етапу полягає не лише в тому, що знання потрібні майбутньому спеціалісту для практичної діяльності та його особистісного розвитку, а й у тому, що формування практичних умінь та навичок сприяє усвідомленню навчального

матеріалу, розвитку творчих здібностей студентів. Метою цього етапу є визначення вхідного рівня сформованості математичної компетентності студентів-першокурсників;

II етап – мотиваційно-пошуковий – забезпечує формування особистісної мотивації необхідності математичної компетентності для подальшої професійної діяльності. Мотиваційно-пошуковий етап забезпечує формування особистісної мотивації необхідності математичної компетентності для подальшої професійної діяльності. Метою цього етапу є розвиток пізнавального інтересу та елементів пізнавальної самостійності та активності студентів. Він характеризується продуктивним пізнанням й аналізом нового математичного матеріалу, установленням взаємозв'язків відомого з невідомим, пошуком причинно-наслідкових зв'язків, формування в студентів бажання до вивчення вищої математики, вироблення позитивного ставлення до математичної діяльності, подолання кожним учасником навчального процесу внутрішніх протиріч;

III етап – системно-узагальнюючий – передбачає формування цілісної системи знань, умінь та навичок у студентів необхідні для подальшого формування математичної компетентності. Важливим на цьому етапі є структурування навчального матеріалу, встановлення зв'язку і закономірностей між математичними поняттями і явищами професійної діяльності (аналіз і синтез), оформлення систематизованих знань через символічно-графічні засоби (структурно-логічні схеми, систематизуючи та узагальнюючи таблиці, схеми тощо), перехід від часткових до широких узагальнень. До аспектів даного етапу слід віднести організацію знань, спроби самостійного узагальнення, класифікації, систематизації, побудову опорної схеми здобутих знань, умінь та навичок. Метою цього етапу є формування в студентів компонентів математичної компетентності;

IV етап – діяльнісний – передбачає формування способів діяльності на певному етапі формування математичної компетентності. Етап визначається умінням доцільно використовувати існуючий навчальний потенціал у процесі розв'язування професійних завдань.

V етап – оцінково-коригувальний. Метою цього етапу є перевірка критеріїв сформованості структурних компонентів математичної компетентності та корекція сформованості математичної компетентності.

б) *Педагогічні умови* формування математичної компетентності майбутніх інженерів:

- розвиток мотивації вивчення математичних дисциплін на основі комплексу професійно орієнтованих завдань створення позитивної мотиваційної настанови на вивчення дисциплін математичного циклу;

- розробка і структурування змісту фундаментальних дисциплін у взаємодії з іншими спецпредметами, що забезпечує взаємозв'язок навчального матеріалу фундаментальних дисциплін зі змістом майбутньої професійної діяльності;

- поетапне формування математичної компетентності;

- науково-методичне забезпечення навчально-виховного процесу (створення нових навчальних посібників, дистанційних курсів, застосування в оптимальному поєднанні традиційних та новітніх педагогічних технологій, які вимагають методичних рекомендацій і методичних розробок впровадження інтерактивних технологій в навчальний процес, кадрове забезпечення);

- використання модульно-рейтингової моделі навчання в рамках кредитно-модульної системи.

в) Основними *формами* організації навчального процесу, спрямованого на формування математичної компетентності майбутніх інженерів є *традиційні* лекції, практичні заняття, самостійна навчальна робота (аудиторна та позааудиторна) студентів, консультації, студентська науково-дослідна робота; *інноваційні* – мультимедійні

лекції, ігрові практичні заняття, лекції-конференції, лекції-консультації, експрес-колоквиуми.

г) засоби формування математичної компетентності майбутніх інженерів: навчальні посібники, методичні вказівки, навчальні програми, дистанційні курси, комплекс розвиваючих логічних завдань, тестування (паперове, комп'ютерне), ІКТ.

4. Аналітико-результативний блок розробленої структурної моделі передбачає поєднання критеріїв: *пізнавально-цільового* (рівень навчальної мотивації та мотивації до вивчення математичних дисциплін); *когнітивного* (визначає ступінь володіння теоретичними знаннями з математичних дисциплін); *операційного* (передбачає вибір та застосування математичного інструментарію в процесі роботи з професійною задачею і визначається як технологічність вирішення виробничих проблем); *рефлексивно-аналітичного* (прагнення та мотивація до професійного саморозвитку та самовдосконалення в аспекті математичної підготовки) сформованості математичної компетентності майбутніх інженерів, а також діагностичний інструментарій, побудований на їхній основі.

Слід зазначити, що між усіма блоками моделі існує зворотній зв'язок, який дозволяє, ґрунтуючись на отриманих результатах, вносити зміни до змісту, форм і методів навчання (рис.1).

Компетентного фахівця відрізняє уміння серед багатьох рішень обирати оптимальне, аргументовано спростовувати хибні рішення, піддавати сумніву ефектні, але неефективні рішення, тобто мати критичне мислення, а для цього необхідно володіти *математичною компетентністю*, яка формується в процесі вивчення математичних дисциплін. Фахівці (випускники ВНЗ) повинні знати основи математичного апарату, необхідного для вирішення теоретичних і практичних завдань, мати досить високий рівень розвитку логічного мислення, уміти переводити практичне завдання з професійної на математичну мову.

Таким чином, процес формування математичної компетентності майбутніх інженерів відбувається за умов навчальної діяльності, яка регламентується системою вимог із боку викладачів та навчальних програм.

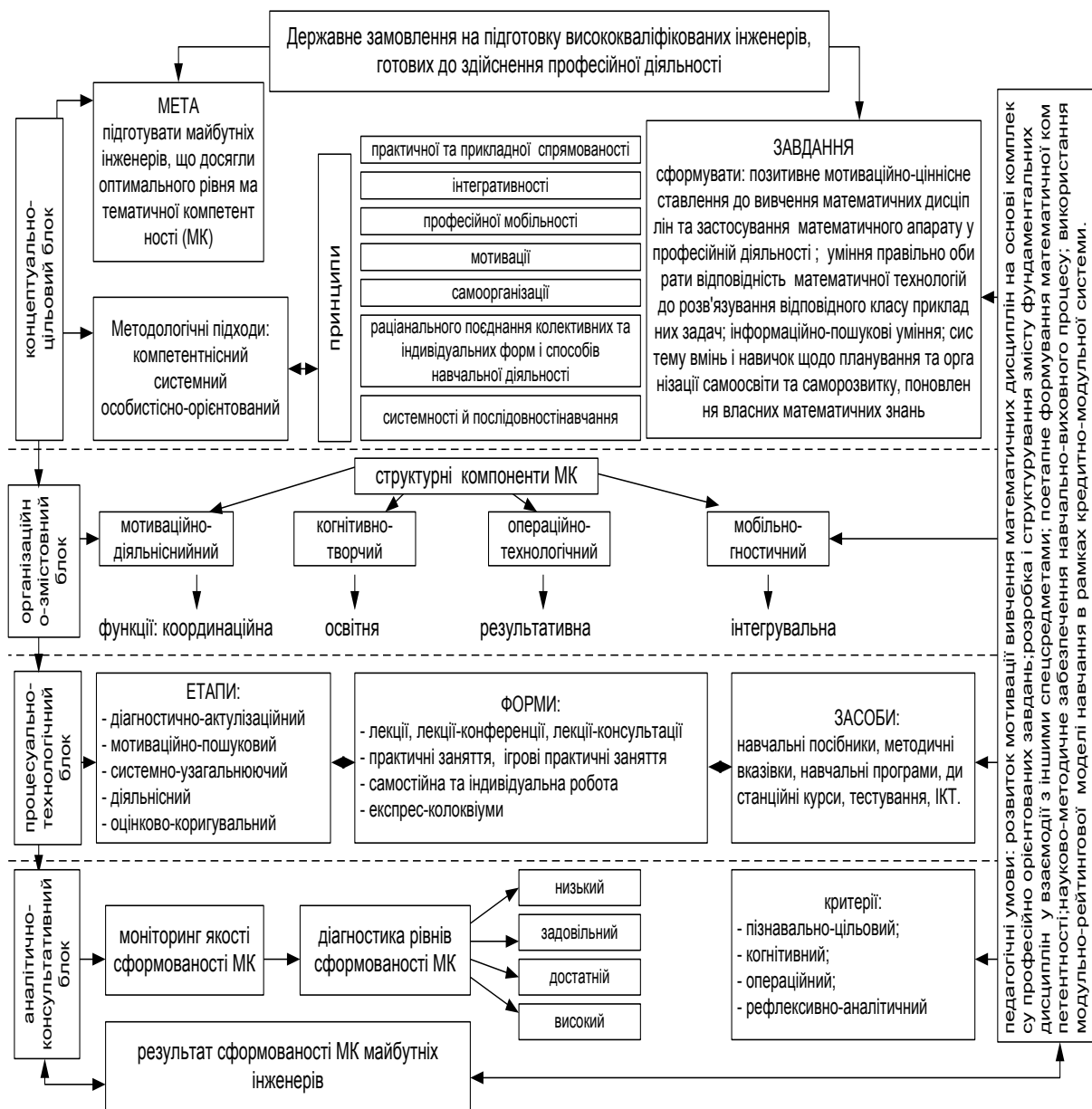


Рис.1 – Структурна модель формування математичної компетентності майбутніх інженерів

Перспективи подальших досліджень вбачаємо у визначенні тактичних складових названої моделі, до яких ми відносимо види навчання та педагогічні умови, що проектуватимуть навчально-виховне середовище, яке продукує обставини, що впливають на розвиток професійних та особистісних якостей студентів і врахування яких необхідне для ефективного формування математичної компетентності, зокрема, майбутніх інженерів-машинобудівників.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бабанский Ю. К. Оптимизация процесса обучения: общедидактический аспект /Ю.К.Бабанский // Избранные педагогические труды. – М. : Педагогика, 1989. – 124 с.
2. Голубенко О. Освітні стандарти як інтерфейс між освітою та сферою праці / О. Голубенко. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ualogos.kiev.ua/fulltext.html?id=624>.

3. Дахин А. Н. Педагогическое моделирование: сущность, эффективность и ...неопределенность/ А. Н. Данин// Теория и практика образовательной технологии. – М. : НИИ школьных технологий, 2004. – С. 65–93.
4. Жерносенко И. Ф. Повышение квалификации педагогических кадров/ под. ред. И. Ф. Жерносенка, М. Ю. Красовицкого, С. В. Крысюка. – Киев : Освита, 1992. – 190 с.
5. Коджаспирова Г. М. Педагогический словарь: [для студ. высш. и сред.пед. учеб. завед.] / Г. М. Коджаспирова, А. Ю. Коджаспиров. – М. : Издат. центр «Академия», 2003. – 176 с.
6. Лодатко Є. О. Моделювання в педагогіці: точки відліку [електронний ресурс] / Є. О. Лодатко// Педагогічна наука: історія, теорія, практика, тенденції розвитку : е-журнал. – 2010. – Вип. N 1. – Режим доступу: http://intellect-invest.org.ua/pedagog_editions_e-magazine_pedagogical.
7. Словник іншомовних слів: 23000 слів та термінологічних словосполучень/ Л. О. Пустовіт(уклад.). – К. : Довіра, 2000. – 1017 с.
8. Педагогічний словник / [ред. М. Д. Ярмаченко]. – К. : Пед. думка, 2001. – 363 с.
9. Штофф В. А. Моделирование и философия / В. А. Штофф. –М. ; Л. : Наука, 1986. – 302 с.
10. Ягупов В. В. Педагогіка : навчальний посібник / В. В. Ягупов. – К. : Либідь, 2003. – 560 с.
11. Янова М. Г. Разработка модели формирования организационно-педагогической культуры будущего учителя / М. Г. Янова // Инновации в непрерывном образовании. – 2011. – № 2.– С. 48–55.

Рецензент: д. пед. н., проф. Петрук В.А.