

Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького
Міністерства освіти і науки України

Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького
Міністерства освіти і науки України

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

ТІНЬКОВА ДАР'Я СЕРГІЇВНА

Гриф

Прим. № ____

УДК 377.016:514.113]:[377.091.212:621](043.5)

ДИСЕРТАЦІЯ

МЕТОДИКА НАВЧАННЯ СТЕРЕОМЕТРІЇ УЧНІВ ПРОФЕСІЙНО-
ТЕХНІЧНИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ МАШИНОБУДІВНОГО ПРОФІЛЮ

014 – Середня освіта (математика)

01 Освіта/Педагогіка

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Науковий керівник: Тарасенкова Ніна Анатоліївна, доктор педагогічних наук,
професор.

Черкаси – 2021

АНОТАЦІЯ

Тінькова Д. С. Методика навчання стереометрії учнів професійно-технічних навчальних закладів машинобудівного профілю. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 014 Середня освіта (математика) – Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького, Черкаси, 2021.

Дисертацію присвячено актуальній проблемі розробки компетентісно орієнтованої методики навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю.

У межах дисертаційної роботи здійснено ґрунтовний аналіз науково-педагогічної та навчально-методичної літератури з предмета дослідження. Запропоновано тлумачити предметну математичну компетентність учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю як набуту характеристику особистості, яка 1) поєднує в собі цінності, мотиви, математичні знання, навички, уміння, особистісні якості; 2) проявляється у готовності і здатності розв’язувати професійні завдання, у розумінні учнем суті методу математичного моделювання та спроможності його застосовувати принаймні на прематематичному рівні у фаховій діяльності.

Визначено складники предметної математичної компетентності учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю: *аксіологічний складник* (система цінностей, мотивів, цілей, потреб та прагнень щодо вивчення математики, удосконалення знань, умінь та досвіду математичної діяльності для кращого засвоєння циклів загальнопрофесійної та професійно-теоретичної підготовки), *когнітивний складник* (сукупність математичних знань, умінь та досвіду теоретичного і практичного характеру, які використовуються під час вивчення

предметів загальноосвітньої і професійно-теоретичної підготовки та у майбутній професійній діяльності), *діяльнісний складник* (комплекс математичних умінь, що використовуються для розв'язування типових практичних задач методами математики), *рефлексивний складник* (адекватний самоаналіз і самооцінка, рефлексія змісту, процесу і результатів власної навчальної діяльності під час вивчення стереометрії, прагнення до підвищення результатів своєї діяльності), *особистісний складник* (темперамент, стиль навчання, здатність до вольових напружень, наполегливості, витривалості, стриманості тощо).

Виокремлено критерії сформованості математичної компетентності учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю: *мотиваційний* (показник: рівень мотивації), *когнітивний* (показник: рівень предметних знань і умінь (навчальних досягнень учнів)), *діяльнісний* (показник: спроможність застосовувати набуті знання й уміння), *рефлексивний* (показник: спроможність проаналізувати власні навчальні досягнення). Визначено рівні сформованості предметної математичної компетентності учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю (початковий, середній, достатній, високий).

Теоретично обґрунтовано, розроблено і апробовано модель компетентнісно орієнтованої методики навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю, що містить чотири взаємопов'язані блоки:

- *цільовий* (визначення мети і завдань формування математичної компетентності учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю у процесі навчання стереометрії);
- *змістовий* (зміст курсу стереометрії з професійно значущим матеріалом для діяльності кваліфікованого робітника за професіями «Електрогазозварник», «Верстатник широкого профілю», «Токар», «Коваль», «Слюсар з ремонту автомобілів»);

- *процесуальний* (методи, форми і засоби, що зумовлюють компетентнісно орієнтоване навчання стереометрії);
- *оцінювально-результатний* (критерії, показники та рівні сформованості математичної компетентності учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю).

Реалізація цільового блоку (формування математичної компетентності учнів ЗП(ПТ)О машинобудівельного профілю) передбачає виокремлення стратегічних і тактичних цілей навчання стереометрії (стратегічні – формування фактологічного та праксеологічного рівнів математичної компетентності; тактичні – формування складових математичної компетентності) та їх конкретизацію відповідно до змістового наповнення навчального матеріалу та вимог нормативних документів щодо його засвоєння учнями.

Реалізація змістового блоку (оновлений зміст курсу стереометрії, що сприяє формуванню математичної компетентності учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю) передбачає оновлення змісту стереометричної підготовки учнів шляхом доповнення традиційного змісту навчання професійно значущим матеріалом та компетентнісно орієнтованими завданнями й проєктами.

Реалізація процесуального блоку (оновлення форм, методів навчання стереометрії, що сприяє формуванню математичної компетентності учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю) передбачає доповненню традиційних методів навчання (пояснювально-ілюстративного та репродуктивного) інноваційними модифікаціями творчих методів навчання (гейміфікація, мейкерство, метод проєктів) з опорою на групові форми роботи учнів.

Реалізація оцінювально-результатного блоку (визначення критеріїв, показників та рівнів сформованості математичної компетентності учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю) передбачає доповненню традиційного оцінювання методиками рефлексії на різних етапах уроку з використанням сучасних онлайн сервісів, зокрема Mentimeter.

Програма експериментальної роботи включала констатувальний, (визначення стану досліджуваної теми), пошуковий (обґрунтування та розробку моделі) та формувальний (упровадження розробленої моделі) етапи.

За результатами реалізації моделі компетентнісно орієнтованої методики навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю у процесі формувального експерименту в експериментальних групах рівень математичної компетентності учнів підвищився порівняно з констатувальним етапом. На 5% стало більше учнів з високим рівнем математичної компетентності, на 17,22% більше стало учнів з достатнім рівнем математичної компетентності, а кількість учнів з низьким та середнім рівнем математичної компетентності знизилась до 0,55% та 21,67% відповідно. Результати педагогічного експерименту підтвердили ефективність розробленої компетентнісно орієнтованої методики навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю, що виражається у позитивній динаміці рівнів математичної компетентності учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю в експериментальних групах порівняно з контрольними групами.

Наукова новизна дослідження полягає у тому, що:

– *уперше* теоретично обґрунтовано, розроблено та експериментально перевірено компетентнісно орієнтовану методику навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю (для професій «Електрогазозварник», «Верстатник широкого профілю», «Токар», «Коваль», «Слюсар з ремонту автомобілів»); визначено зміст поняття «предметна математична компетентність майбутніх робітників машинобудівного профілю» (для професій «Електрогазозварник», «Верстатник широкого профілю», «Токар», «Коваль», «Слюсар з ремонту автомобілів»); визначено складники предметної математичної компетентності майбутніх робітників машинобудівного профілю (аксіологічний, когнітивний, діяльнісний, рефлексивний, особистісний), критерії, показники, рівні її сформованості в учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного

профілю (для професій «Електрогазозварник», «Верстатник широкого профілю», «Токар», «Коваль», «Слюсар з ремонту автомобілів»);

– *удосконалено* методичну систему навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю;

– *дістали подальшого розвитку* система цілей, змісту, методів, організаційних форм і засобів навчання стереометрії, що сприяють реалізації компетентнісного підходу в освітньому процесі ЗП(ПТ)О.

Практична значущість дослідження полягає в тому, що в освітній процес ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю впроваджено компетентнісно орієнтовану методику навчання стереометрії, розроблено збірник компетентнісно орієнтованих задач зі стереометрії для учнів ЗП(ПТ)О та освітній веб-ресурс «Цікава стереометрія» для організації індивідуальної та групової роботи на уроці та в позаурочний час.

Результати наукового пошуку можуть бути застосовані в практиці навчання стереометрії у ЗП(ПТ)О інших профілів, а також під час розроблення дидактичного супроводу освітнього процесу.

Ключові слова: професійно-технічна освіта; компетентнісний підхід; компетентнісно орієнтована методика навчання стереометрії; математична компетентність учнів ЗП(ПТ)О; складові математичної компетентності.

ABSTRACT

Tinkova D. Methods of teaching stereometry to students of engineering technology trade schools. – Qualifying research paper on the rights of a manuscript.

Thesis for the degree of Doctor of Philosophy, Speciality 014 - Secondary Education (mathematics), Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy, Cherkasy, 2021.

The thesis focuses on the current problem of developing a competency-oriented methodology for teaching stereometry to engineering technology trade schools students.

Within the framework of the thesis, a thorough analysis of scientific-pedagogical and educational-methodological literature on the subject of research has been carried out. The research paper suggests interpreting the subject mathematical competence of engineering technology trade education students as an acquired characteristic of personality, which 1) combines values, motives, mathematical knowledge, skills, abilities, and personal qualities; 2) is manifested in the willingness and ability to solve professional problems, in the student's understanding of the essence of the method of mathematical modeling and the ability to apply it at least at the pre-mathematical level in professional activities.

The components of subject mathematical competence of engineering technology trade schools students are determined: *axiological component* (system of values, motives, goals, needs, and aspirations for studying mathematics, improvement of knowledge, skills and experience of mathematical activity for better mastering of cycles of general professional and professional-theoretical training), *cognitive component* (a set of mathematical knowledge, skills and experience of theoretical and practical nature, which are used in the study of subjects of general education and vocational training, and in future professional activities), *activity component* (set of mathematical skills applied in solving typical practical problems by using mathematical methods), *reflective component* (adequate self-analysis and self-assessment, reflection on the content, process and results of their own learning activities in stereometry class, and the desire to improve their performance), *personality component* (temperament, learning style, willpower, perseverance, endurance, restraint, etc.).

The criteria of mathematical awareness of engineering technology trade schools students are identified: *motivational* (indicator: level of motivation), *cognitive*

(indicator: level of subject knowledge and skills (students' academic achievements)), *activity* (indicator: ability to apply acquired knowledge and skills), *reflexive* (indicator: the ability to analyze personal learning achievements). The levels of generating subject mathematical competence of engineering technology trade schools students (initial, average, sufficient, and high) are determined.

The model of competence-oriented method of teaching stereometry to engineering technology trade schools students, containing four interconnected blocks, is theoretically substantiated, developed and tested:

- *target* (determination of the purpose and tasks of formation of mathematical competence of engineering technology trade schools students in stereometry class);
- *semantic* (content of the course of stereometry with professionally meaningful material for the activities of a skilled worker in the professions “Electric gas welder”, “General machine operator”, “Turner”, “Blacksmith”, “Car mechanic”);
- *procedural* (methods, forms and means that determine the competence-oriented teaching of stereometry);
- *evaluation-result* (criteria, indicators and levels of formation of mathematical competence of engineering technology trade schools students).

Implementation of the target block (formation of mathematical competence of engineering technology trade schools students) involves the separation of strategic and tactical goals of teaching stereometry (strategic means formation of factual and praxeological levels of mathematical competence; tactical means formation of components of mathematical competence) and their specification according to material and requirements of normative documents on its mastering by students.

Implementation of the content block (updated content of the stereometry course, which contributes to the formation of mathematical competence of engineering technology trade schools students) involves updating the content of

stereometric training of students by supplementing the traditional content of teaching professionally relevant material and competency-oriented tasks and projects.

Implementation of the procedural block (updating forms, methods of teaching stereometry, which contributes to the formation of mathematical competence of engineering technology trade schools students) involves the addition of traditional teaching methods (explanatory-illustrative and reproductive) of innovative modifications of creative teaching methods (gamification, make-up, method) based on group forms of student work.

Implementation of the evaluation-result block (determination of criteria, indicators and levels of formation of mathematical competence of engineering technology trade schools students) involves supplementing the traditional assessment with methods of reflection at different stages of the lesson using modern online services, including Mentimeter.

The program of experimental work included ascertaining (determining the state of the research topic), search (substantiation and development of the model) and formative (implementation of the developed model) stages.

According to the results of the implementation of the model of competence-oriented methods of teaching stereometry to engineering technology trade schools students in the process of forming experiment in experimental groups, the level of mathematical competence of students increased as compared to the statement stage. There were 5% more students with a high level of mathematical competence, 17.22% more students with a sufficient level of mathematical competence, and the number of students with low and medium level of mathematical competence decreased to 0.55% and 21.67%, respectively. The results of the pedagogical experiment confirmed the effectiveness of the developed competency-oriented method of teaching stereometry of engineering technology trade schools students, which is expressed in the positive dynamics of levels of mathematical competence of engineering technology trade schools students in experimental groups as compared to control groups.

The scientific novelty of the study involves

- *for the first time* the competence-oriented method of teaching stereometry to engineering technology trade schools students (for professions “Electric gas welder”, “General machine operator”, “Turner”, “Blacksmith”, “Car mechanic”) is theoretically substantiated, developed and experimentally tested; the content of the concept “subject mathematical competence of pre-service engineers” is determined (for professions “Electric gas welder”, “Multi-skilled Machine operator”, “Turner”, “Blacksmith”, “Locksmith for car repair”); the components of subject mathematical competence of pre-service engineers (axiological, cognitive, activity, reflexive, and personal), criteria, indicators, levels of its formation in engineering technology trade schools students (for professions “Electric gas welder”, “Multi-skilled Machine operator”, “Turner”, “Blacksmith”, “Locksmith for car repair”) are determined;
- the methodical system of teaching stereometry to engineering technology trade schools students *has been perfected*;
- the system of goals, content, methods, organizational forms and means of teaching stereometry, which contribute to the implementation of the competency approach in the educational process at engineering technology trade schools *received further development*.

Practical significance of the research lies in it that competency-based methods of teaching stereometry have been introduced into the educational process in engineering technology trade schools, a tutorial, comprising competency-oriented stereometry problems for engineering technology trade schools students and an educational web resource “Exciting stereometry” for individual and group work in class and beyond has been developed.

The results of scientific research can be applied in practice of teaching stereometry in engineering technology trade schools and in the development of didactic support of the educational process.

Keywords: vocational and technical education; competency approach; competence-oriented methodology of teaching stereometry; mathematical competence of engineering technology trade schools; components of mathematical competence.

СПИСОК НАУКОВИХ ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧКИ ЗА ТЕМОЮ ДОСЛІДЖЕННЯ

I. Статті у наукових фахових виданнях України

1. Тінькова Д. С. Мотиваційний компонент навчальної діяльності учнів ПТНЗ машинобудівного профілю: констатувальний експеримент. *Актуальні питання природничо-математичної освіти*. 2017. Вип. 10. С. 75–81 (*Index Copernicus*)
2. Тінькова Д. С. Математична компетентність як складова системи професійних компетентностей майбутніх робітників машинобудівного профілю. *Актуальні питання природничо-математичної освіти*. 2018. Вип. 1 (11). С. 100–106. (*Index Copernicus*)
3. Тінькова Д. С. Застосування методів навчання на уроках математики з урахуванням типу темпераменту учня ЗП(ПТ)О. *Вісник Черкаського університету*. Педагогічні науки. 2018. Вип. 9. С. 55–61. (*Index Copernicus*)
4. Тінькова Д. С. Освітні вебресурси як засіб розвитку математичної компетентності учнів ЗП(ПТ)О. *Український педагогічний журнал*. 2019. № 4. С. 99–106. (*Index Copernicus*)
5. Тінькова Д. С. Реалізація проектного навчання при вивчення стереометрії учнями ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю. *Актуальні питання природничо-математичної освіти*. 2019. № 13. С. 62–70. (*Index Copernicus*)
6. Тінькова Д. Елементи гейміфікації у навчанні стереометрії учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю. *Вісник Черкаського національного університету ім. Богдана Хмельницького*. Серія: Педагогічні науки. 2020. № 1. С. 84–89. (*Index Copernicus*)

II. Статті у закордонних періодичних виданнях

7. Тінькова Д. С. Моніторингове дослідження ступеня початкової геометричної підготовки учнів птнз машинобудівного профілю. *Science and education: a new dimension*. Budapest: SCASPEE, 2018. VI (64). Issue: 154. P. 53–56. (*Index Copernicus*)

8. Tinkova D. Model of competently oriented teaching of stereometry to future engineers. *Science and education: a new dimension*. Budapest: SCASPEE, 2020. VIII (90). Issue: 222. P. 38–40. (*Index Copernicus*)

III. Праці апробаційного характеру, опубліковані у вітчизняних і закордонних виданнях

9. Тінькова Д. С. До питання формування професійної компетентності майбутніх верстатників широкого профілю при вивченні теми «Тіла обертання». *Сучасні проблеми управління: економіка, освіта, охорона здоров'я і фармація: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Ополе (Польща), 11 – 14 листопада 2016 р.)*. Ополе: Вид-во WSZiA, 2016. С. 173–175.

10. Тінькова Д. С. Стереометрія як невід'ємна складова підготовки робітників машинобудівного профілю. URL: <http://ivet-ua.science/events/eventdetail/210>

11. Тінькова Д. С. До питання методики навчання стереометрії учнів професійно технічних навчальних закладів машинобудівного профілю. *Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Суми, березень 2017 р.)*. Суми: ФОП Цьома С. П., 2017. С. 54–56.

12. Тінькова Д. С. До питання компетентнісних задач з математики у системі професійно-технічної освіти. *Актуальні проблеми гуманітарних та*

природничих наук: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Одеса, 25 – 26 серпня 2017 р.). Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2017. С. 163–166.

13. Мотиваційний компонент навчальної діяльності учнів ПТНЗ машинобудівного профілю: аналіз даних. *Проблеми математичної освіти (ПМО – 2017)*: матеріали Міжнар. наук.-метод. конф. (Черкаси, 26 – 28 жовтня 2017 р.). Черкаси: Вид. від. ЧНУ ім. Б. Хмельницького, 2017. С. 92–93.

14. Tinkova D. The state of geometric training of students of vocational school of machine-building profile: analysis of data. *II International Scientific and Practical Conference «Topical issues of science and education» (December 18, 2017 Warsaw, Poland)*. URL: <http://archive.ws-conference.com/category/poland2017-december>.

15. Tinkova D. Monitoring studies of the initial geometric training of pupils of vocational school of machine-building profile. *Actual Problems of Science and Education – APSE 2018* (January 28, 2018, Society for Cultural and Scientific Progress in Central and Eastern Europe, Budapest). URL: <http://scaspee.com/all-materials/actual-problems-of-science-and-education-apse-2018>.

16. Тінькова Д. С. До історії розвитку професійно-технічної освіти України. *Актуальні проблеми природничих та гуманітарних наук у дослідженнях молодих учених «Родзинка-2018»*. Серія: «Природничо-математичні комп'ютерні науки»: матеріали Всеукр. наук. конф. (Черкаси, 19 – 20 квітня 2018 р.). Черкаси: Вид. від. ЧНУ ім. Б.Хмельницького, 2018. С. 524–526.

17. Тінькова Д. С. Система задач як засіб формування математичної компетентності майбутніх робітників машинобудівного профілю. *Математичні проблеми технічної механіки*: матеріали Міжнар. наук. конф. (Кам'янське, 16 – 19 квітня 2018 р.). Кам'янське, 2018. С. 98.

18. Тінькова Д. С. Використання КО-задач при формуванні математичної компетентності учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю. *Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі*

навчання дисциплін природничо-математичного циклу «ІТМ*плюс – 2018»: матеріали III Міжнародної науково-методичної конференції (8 – 9 листопада 2018 р., м. Суми): у 2 томах. Т. 1 / упорядн. Чашечникова О. С. Суми: ФОП Цьома С. П., 2018. С. 140–142.

19. Тінькова Д. С. Організація самостійної роботи учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю. *Проблеми та інновації в природничій математичній, технологічній і професійній освіті*: матеріали VII Міжнародної науково-практичної онлайн-інтернет конференції. URL: https://www.cuspu.edu.ua/images/conferences/2018/VIIIMiznarod/Tezi_VIIkonf.pdf

20. Тінькова Д. С. Стан математичної підготовки учнів ЗПТО: результати анкетування викладачів. *Проблеми математичної освіти (ПМО – 2019)*: матеріали Міжнар. наук.-метод. конф. (Черкаси, 11 – 12 квітня 2019 р.). Черкаси: Вид. ФОП Гордієнко Є. І., 2019. С. 82–84.

21. Тінькова Д. С. До питання формування математичної компетентності майбутніх робітників машинобудівного профілю при вивченні теми «Многогранники». *Проблеми та шляхи реалізації компетентнісного підходу в сучасній освіті*: матеріали Міжнар. наук.-метод. конф. (Харків, 11 – 12 квітня 2019 р.). Харків: ФОП Бровін О.В., 2019. С. 197–199.

22. Тінькова Д. С. До питання підвищення мотивації у майбутніх робітників машинобудівного профілю при вивченні теми «координати і вектори». *Проблеми викладання геометрії у закладах освіти: теорія, методика, практика*: матеріали Всеукр. конфер. (Харків, 8 – 10 квітня 2019 р.). Харків: ХНУ імені В. І. Каразіна, 2019. С. 112–115.

23. Тінькова Д. С. Сайт «Цікава стереометрія» як елемент дистанційного навчання учнів ЗП(ПТ)О. *Реалії і перспективи природничо-математичної підготовки у закладах освіти*: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (Херсон, 12 – 13 вересня 2019 р.). Херсон: Видавництво ПП В. С. Вишемирський, 2019. С. 108–110.

24. Тінькова Д. С. Рефлексія як складова навчання математики учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю. *Наступність у навчанні математики в умовах реформи загальної середньої освіти: реалії та перспективи*: зб. наук. праць за матеріалами Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю (20 – 21 вересня 2019 р.) / Міністерство освіти і науки України, ДЗ «ПНПУ імені К. Д. Ушинського» [та ін.]. Харків: Вид-во «Ранок», 2019. С. 121–123

25. Тінькова Д. С. Інтерактивні плакати як дидактичні засоби навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О. *Передові освітні практики: Україна, Європа, Світ*: зб. тез Міжнар. наук.-практ. конф. (16 – 17 листопада 2019 р.). Київ: Педагогічна думка, 2019. С. 35–37

26. Тінькова Д. С. Ігрові технології навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю. *Наукова діяльність як шлях формування професійних компетентностей майбутнього фахівця*: матер. Міжнар. наук.-практ. конф. (5 – 6 грудня 2019 р.). Суми: ФОП Цьома С. П., 2019. С. 90–92.

27. Тінькова Д. Використання коміксів у навчанні стереометрії учнями ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю. *Фундаментальні та прикладні наукові дослідження: актуальні питання, досягнення та інновації*: матеріали I Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (27.03.2020). Бердянськ: БДПУ, с. 110-112

28. Тінькова Д. Використання сенканів при вивченні стереометрії учнями зп(пт)о машинобудівного профілю на етапі рефлексії. *Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу «ІТМ*плюс – 2020»* : матеріали III Міжнар. дистанційної наук.-метод. конф. (квітень - травень 2020 р.). Суми. 2020. С. 106-107.

***IV. Праці, які додатково відображають наукові результати
дослідження***

29. Тінькова Д. С. Збірник завдань зі стереометрії практичного спрямування. Черкаси: Видавець Чабаненко Ю. А., 2018. 40 с.

30. Цікава стереометрія: сайт / Д. С. Тінькова; Лабораторія математичної освіти Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького. Черкаси, 2018 – 2019. URL: sites.google.com/view/stereopto

ЗМІСТ

ВСТУП.....	20
РОЗДІЛ I. Теоретико-методичні засади навчання стереометрії у ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю в умовах компетентнісного підходу.....	28
1.1. Основні відомості з історії розвитку професійно-технічної освіти України.....	28
1.2. Сучасний стан навчання стереометрії у ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю.....	41
1.3. Математична компетентність у системі професійних компетентностей майбутніх фахівців машинобудівного профілю.....	55
1.3.1. Професійні компетентності майбутніх фахівців машинобудівного профілю.....	55
1.3.2. Математична компетентність, її суть та будова.....	63
1.4. Психолого-педагогічні основи навчання стереометрії у ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю.....	84
1.4.1. Темперамент учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю	85
1.4.2. Стили навчання учнів ЗП(ПТ)О.....	88
1.5. Модель компетентнісно орієнтованого навчання стереометрії у ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю.....	94
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ I.....	112
РОЗДІЛ II. Методика організації вивчення стереометрії в закладах професійної (професійно-технічної) освіти машинобудівного профілю.....	114
2.1. Мета й завдання навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О в умовах компетенізації освіти.....	114
2.2. Побудова змісту компетентнісно орієнтованого навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю.....	126

2.3. Особливості методів навчання як компонента компетентнісно орієнтованої методики навчання стереометрії в ЗП(ПТ)О.....	148
2.4. Організація групової та індивідуальної роботи учнів ЗП(ПТ)О під час навчання стереометрії.....	163
2.5. Компетентнісно орієнтовані задачі зі стереометрії у ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю.....	179
2.6. Організація та результати експериментальної роботи.....	192
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ II.....	206
ВИСНОВКИ.....	208
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	211
ДОДАТКИ.....	238

ВСТУП

Актуальність дослідження. Сучасна економіка України вимагає кваліфікованих робітників нового типу для роботи на підприємствах країни. До найбільш запотребуваних професій на ринку праці України належать слюсарі, токарі, верстатники, зварювальники [133]. Підготовка робітників зазначених професій відбувається переважно в закладах професійної (професійно-технічної) освіти (ЗП(ПТ)О) машинобудівного профілю. Учні, опановуючи робітничу професію, здобувають також повну загальну середню освіту. Вивчення циклу загальноосвітніх дисциплін допомагає їм формувати ключові та професійні компетентності. Навчаючись у ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю, учні звертають більше уваги на спеціальні дисципліни, нехтуючи загальноосвітніми курсами. Це зумовлене низкою факторів, зокрема: до ЗП(ПТ)О вступають здебільшого учні з низькими оцінками в атестаті про базову середню освіту (4-5 балів); у багатьох учнів не сформована ключова компетентність – уміння навчатися; відсутня мотивація вивчати загальноосвітні предмети через їхню «непотрібність». Проблема розроблення методики навчання загальноосвітніх предметів, яка б мотивувала учнів до навчання та допомагала їм в оволодінні вибраним фахом, – нині актуальна для педагогічної науки.

Одним із провідних предметів загальноосвітнього циклу підготовки в ЗП(ПТ)О є математика. Курс математики в ЗП(ПТ)О України вивчають на рівні стандарту [74]. Дисципліна містить два складники – курс алгебри й початків аналізу та курс геометрії. У межах курсу геометрії засвоюють стереометричний матеріал. У майбутніх слюсарів, токарів, верстатників, зварювальників потрібно формувати низку ключових компетентностей, а також предметну математичну компетентність, що слугує базисом для успішного вивчення інших предметів.

Вивчення досвіду організації навчання геометрії в ЗП(ПТ)О, де готують кваліфікованих робітників машинобудівного профілю, засвідчує, що формування математичної компетентності учнів відбувається здебільшого стихійно, без необхідної адаптації змісту, методів, форм і засобів навчання до психолого-педагогічних особливостей учнів та потреб їхньої майбутньої професійної діяльності. Традиційні методики навчання стереометрії в ЗП(ПТ)О не є компетентнісно орієнтованими, а здебільшого спрямовані на накопичення знань учнями та формування в них умінь виконувати завдання за зразком. Загалом, методика навчання стереометрії потребує оновлення, з огляду на сучасні реформаційні тенденції, спрямованість освіти на розвиток математичної компетентності для створення сприятливих умов під час якісного опанування учнями ЗП(ПТ)О дисциплін професійно-теоретичної та професійно-практичної підготовки й формування компетентної людини, здатної використовувати стереометрію для виконання професійних та соціальних завдань.

Отже, розв'язання проблеми розроблення сучасної методики навчання стереометрії в ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю в руслі компетенізації математичної освіти (за Н. Тарасенковою [152]) є нагальним.

Різні аспекти досліджуваної проблеми відображено в працях вітчизняних і зарубіжних науковців. Запровадження компетентнісного підходу в навчанні математики в закладах загальної середньої освіти висвітлено в студіях М. Бурди [30], М. Голованя [32], Т. Дженсена [235], Д. Кілпатріка [223], Йо. Літнера [227], І. Лов'янової [65], О. Матяш [70], М. Нісса [235], С. Скворцової [143], Н. Тарасенкової [154], О. Чашечникової [196] та ін. Питання методики навчання математики у ЗП(ПТ)О різних спеціальностей з'ясовано в роботах О. Волянської [20], І. Гириловської [23], Я. Черненко [197].

Водночас аналіз наукових праць, присвячених проблемі вдосконалення математичної підготовки учнів ЗП(ПТ)О, доводить, що професії машинобудівного профілю донині не були у фокусі наукових студій методистів-

математиків. Безпосереднє перенесення напрацювань учених до професій машинобудівного профілю є проблематичним, оскільки професійно зумовлена специфіка освітнього процесу має суттєвий вплив на хід і результати навчання стереометрії у ЗП(ПТ)О, що потребує всебічного аналізу. Проблема формування математичної компетентності учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю під час навчання стереометрії вимагає подальшого дослідження.

Унаслідок аналізу державних документів, психолого-педагогічної й науково-методичної літератури, систематизації та узагальнення досвіду навчання стереометрії у ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю, зокрема власного, зафіксовано низку суперечностей між:

- вимогами суспільства до рівня математичної, як-от стереометричної, підготовки випускника ЗП(ПТ)О та повільним і не завжди послідовним упровадженням компетентнісного підходу в навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю;

- важливістю математичної компетентності для успішного опанування циклів професійно-теоретичної, професійно-практичної підготовки, виробничої практики та недостатнім навчально-методичним супроводом забезпечення процесу формування математичної компетентності в учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю;

- наявністю навчально-методичних напрацювань стосовно вдосконалення методики навчання стереометрії окремих професій та недостатнім розробленням проблематики формування математичної компетентності учнів за професіями машинобудівного профілю («Електрогазозварник», «Верстатник широкого профілю», «Токар», «Коваль ручного кування», «Слюсар із ремонту автомобілів»).

На такому тлі постає проблема розроблення компетентнісно орієнтованої методики навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю.

Отже, актуальність теми дослідження, її суспільне та прикладне значення, неповне теоретичне розроблення, а також необхідність розв'язання зазначених суперечностей зумовили вибір теми дисертації – **«Методика навчання стереометрії учнів професійно-технічних навчальних закладів машинобудівного профілю»**.

Зв'язок роботи з науковими програмами планами, темами. Наукова робота виконана в межах наукового проекту кафедри математики та методики навчання математики Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького «Організація навчання математики в базовій і старшій профільній школі в умовах компетенізації освіти» (номер державної реєстрації 0119U101735), а також наукового проекту молодих учених «Модернізація освітніх програм на засадах проблемно/проектно орієнтованого навчання дисциплін математичної, природничо-наукової та професійної підготовки» (номер державної реєстрації 0117U003909). Тема дисертації в остаточній редакції затверджена рішенням ученої ради Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького (протокол № 6 від 28.03.2017 р.), після узгодження в Міжвідомчій раді з координації наукових досліджень із педагогічних і психологічних наук в Україні (протокол № 7 від 29.11.2016 р.).

Мета дослідження – розробити, теоретично обґрунтувати та експериментально перевірити компетентнісно орієнтовану методику навчання стереометрії учнів закладів професійної (професійно-технічної) освіти машинобудівного профілю.

Відповідно до мети, сформульовано такі **завдання**:

1) проаналізувати нормативні документи, психолого-педагогічну й навчально-методичну літературу для з'ясування особливостей реалізації компетентнісного підходу в навчанні стереометрії учнів закладів професійної (професійно-технічної) освіти машинобудівного профілю;

2) розробити й науково обґрунтувати модель формування математичної компетентності учнів закладів професійної (професійно-технічної) освіти, що здобувають освіту за професіями машинобудівного профілю;

3) створити компетентнісно орієнтовану методику навчання стереометрії в закладах професійної (професійно-технічної) освіти за професіями машинобудівного профілю;

4) експериментально перевірити ефективність запропонованої методики.

Об'єктом дослідження є процес навчання стереометрії учнів у закладах професійної (професійно-технічної) освіти машинобудівного профілю.

Предмет дослідження – методична система (мета, зміст, методи, організаційні форми, засоби) навчання стереометрії учнів закладів професійної (професійно-технічної) освіти машинобудівного профілю.

Для досягнення поставленої мети й виконання окреслених завдань використано такі **методи дослідження**:

– *теоретичні* – аналіз, систематизація, порівняння й узагальнення психолого-педагогічної та науково-методичної літератури для з'ясування стану опрацювання проблеми, аналіз державних стандартів професійно-технічної освіти, навчальних програм, освітньо-кваліфікаційних характеристик у контексті дослідження;

– *емпіричні* – педагогічне спостереження, бесіди, опитування, анкетування (п. 2.3, 2.4, 2.6) для опису типів темпераменту, стилів навчання, особливостей мотивації під час навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю та рівня сформованості в них математичної компетентності;

– *експериментальні* (педагогічний експеримент – констатувальний, пошуковий, формувальний) – для характеристики стану проблеми, апробації розробленої методики;

– *статистичні* – для кількісного та якісного аналізу результатів навчання за експериментальною методикою.

Наукова новизна дослідження полягає в тому, що:

– *уперше* теоретично обґрунтовано, розроблено й експериментально перевірено компетентнісно орієнтовану методику навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю (для професій «Електрогазозварник», «Верстатник широкого профілю», «Токар», «Коваль», «Слюсар із ремонту автомобілів»); схарактеризовано зміст поняття «предметна математична компетентність майбутніх робітників машинобудівного профілю» (для професій «Електрогазозварник», «Верстатник широкого профілю», «Токар», «Коваль», «Слюсар з ремонту автомобілів»); виокремлено складники предметної математичної компетентності майбутніх робітників машинобудівного профілю (аксіологічний, когнітивний, діяльнісний, рефлексивний, особистісний), критерії, показники, рівні її сформованості в учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю (для професій «Електрогазозварник», «Верстатник широкого профілю», «Токар», «Коваль», «Слюсар з ремонту автомобілів»);

– *удосконалено* методичну систему навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю;

– *набули подальшого розвитку* система цілей, змісту, методів, організаційних форм і засобів навчання стереометрії, що сприяють реалізації компетентнісного підходу в освітньому процесі ЗП(ПТ)О.

Практична значущість дослідження аргументована тим, що в освітній процес ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю впроваджено компетентнісно орієнтовану методику навчання стереометрії, розроблено збірник компетентнісно орієнтованих задач зі стереометрії для учнів ЗП(ПТ)О та освітній веб-ресурс «Цікава стереометрія» для організації індивідуальної і групової роботи на уроці й у позаурочний час. Результати наукового пошуку можуть бути застосовані в практиці навчання стереометрії у ЗП(ПТ)О інших

профілів, а також під час розроблення дидактичного супроводу освітнього процесу.

Результати дослідження впроваджено у ДНЗ «Бердянський машинобудівний професійний ліцей» (довідка № 198 від 04.09.2020 р.), ДНЗ «Бердянський центр професійно-технічної освіти» (довідка № 459 від 04.09.2020 р.), ДНЗ «Черкаський професійний ліцей» (довідка № 02-5/609 від 09.09.2020 р.), ДНЗ «Корсунь-Шевченківський професійний ліцей» (довідка №153 від 08.09.2020 р.).

Апробація результатів дослідження. Основні положення й результати успішно оприлюднено на наукових конференціях різного рівня:

– міжнародних – «Проблеми математичної освіти» (м. Черкаси, 2017, 2019), «Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу» (м. Суми, 2017, 2018, 2020), «Актуальні проблеми гуманітарних та природничих наук» (м. Одеса, 2017), «Сучасні проблеми управління: економіка, освіта, охорона здоров'я і фармація» (м. Ополе, 2016), «Topical issues of science and education» (Warsaw, 2017), «Actual Problems of Science and Education» (Budapest, 2018), «Проблеми та інновації в природничій, математичній, технологічній і професійній освіті» (м. Кропивницький, 2018), «Математичні проблеми технічної механіки» (м. Кам'янське, 2018), «Проблеми та шляхи реалізації компетентнісного підходу в сучасній освіті» (м. Харків, 2019), «Передові освітні практики: Україна, Європа, Світ» (м. Київ, 2019), «Наукова діяльність як шлях формування професійних компетентностей майбутнього фахівця» (м. Суми, 2019), «Фундаментальні та прикладні наукові дослідження: актуальні питання, досягнення та інновації» (м. Бердянськ, 2020);

– усеукраїнських – «Актуальні проблеми природничих та гуманітарних наук у дослідженнях молодих учених» (м. Черкаси, 2018), «Проблеми викладання геометрії у закладах освіти: теорія, методика, практика» (м. Харків,

2019), «Реалії і перспективи природничо-математичної підготовки у закладах освіти» (м. Херсон, 2019), «Наступність у навчанні математики в умовах реформи загальної середньої освіти: реалії та перспективи» (м. Одеса, 2019).

Матеріали й результати дослідження обговорено на засіданнях кафедри математики та методики навчання математики Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького (2016 – 2020 рр.), на семінарах для викладачів природничо-математичних предметів у закладах професійної (професійно-технічної) освіти Черкаської області.

Публікації. Отримані результати опубліковано в 30 працях, серед яких 6 статей у фахових виданнях України, 2 статті в іноземному фаховому виданні, 20 тез і матеріалів доповідей на конференціях, 1 збірник задач для учнів ЗП(ПТ)О, 1 освітній веб-ресурс для учнів ЗП(ПТ)О.

Структура й обсяг дисертації. Дослідження складається зі вступу, двох розділів, висновків до розділів, загальних висновків, списку використаних джерел і додатків.

РОЗДІЛ І

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ НАВЧАННЯ СТЕРЕОМЕТРІЇ У ЗП(ПТ)О МАШИНОБУДІВНОГО ПРОФІЛЮ В УМОВАХ КОМПЕТЕНТНІСНОГО ПІДХОДУ

1.1. Відомості з історії розвитку професійно-технічної освіти України

Закон України «Про професійно-технічну освіту» [44] регламентує, що «професійно-технічна освіта – комплекс педагогічних та організаційно-управлінських заходів, спрямованих на забезпечення оволодіння громадянами знаннями, уміннями і навичками в обраній ними галузі професійної діяльності, розвиток компетентності та професіоналізму, виховання загальної і професійної культури». Професійно-технічну освіту здобувають у закладах професійної (професійно-технічної) освіти.

Історію професійно-технічної освіти вивчали А. Каплун [49], О. Коханко [59], І. Лікарчук [63], Н. Падун [120], А. Селецький [140], Н. Смоляна [145], Є. Степанович [147], М. Харламов [191], Л. Шепель [198] та ін. Як зазначає Є. Степанович [147], одна з перших дослідниць історії спеціальної освіти в Україні, потреба у кваліфікованих фахівцях найбільш гостро була відчутна в економічно розвинених губерніях, зокрема в Київській, де працювали близько 100 цукрових заводів і була сконцентрована цукрова промисловість, у Єкатеринославській губернії – центрі гірничої промисловості, де налічували близько 300 кам'яновугільних шахт та рудників, а також у Харківській губернії – у великому фабрично-заводському центрі. У цей час активно розвивалося й машинобудування, що засвідчують побудовані в Києві, Харкові, Миколаєві,

Сумах, Білій Церкві, Маріуполі, Олександрівську, Катеринославі та інших містах машинобудівні заводи [147].

А. Паржницький стверджує [121], що спочатку для поповнення фабрик і заводів підготовленими людьми уряд створював спеціальні класи й додаткові курси при гімназіях та повітових училищах. Згодом була побудована система професійно-технічної освіти для підготовки промислових кадрів. На початку ХІХ ст. в Україні відкрито перші професійно-технічні навчальні заклади – ремісничі училища (ремісничі училища, сільськогосподарські школи, нижчі технічні школи, ремісничі школи й ремісничі класи об'єднували в одну групу – промислові училища), зокрема, у 1801 р. розпочало свою роботу Чернігівське ремісниче училище. Підлітки 12 – 15 років опановували в цьому училищі спеціальності слюсаря, токаря, теслі, кравця та різьбяра.

Серед учених, які першими звернули увагу на підходи до організації навчання в системі професійної (професійно-технічної) освіти окресленого періоду, варто назвати К. Ушинського та його послідовників. Основну мету навчання в професійно-технічних навчальних закладах дослідник убачав в індивідуальному становленні особистості, у розвитку її здібностей [128].

Перед Першою світовою війною найбільше професійно-ремісничих закладів працювало на території Полтавської, Херсонської, Чернігівської та Харківської губерній. Цю мережу кустарних шкіл і майстерень засновували держава й земства. Внесок у таку справу земств був найбільшим, оскільки 80 % усіх земських витрат спрямовували на початкову й професійну освіту. Загалом в українських губерніях до 1917 р. функціювало понад 120 професійно-ремісничих навчальних закладів різного рівня підпорядкування. Історія професійно-технічної освіти в цей час була тісно пов'язана з капіталістичними відносинами й розвитком промисловості [121].

Указ Президії Верховної Ради СРСР, що вийшов у жовтні 1940 р. [63], регламентував створення кількох типів навчальних закладів, де можна здобути професійно-технічну освіту:

– ремісничі училища для підготовки кваліфікованих робітників (металісти, металурги, хіміки, гірники, нафтовики, працівники морського й річкового транспорту, підприємств зв'язку та ін.); термін навчання – 2 роки;

– залізничні училища, що пропонували підготовку помічників машиністів, слюсарів із ремонту паровозів і вагонів, казанярів, бригадирів із ремонту шляхів, фахівців інших робітничих професій; термін здобуття освіти – 2 роки;

– школи фабрично-заводського навчання, де готували робітників масових професій, передовсім для вугільної, гірничорудної, металургійної, нафтової промисловості й будівельної справи; термін навчання – 6 місяців; названі школи започаткували розвиток нової професійної школи, яка давала змогу молодим людям пройти загальноосвітню й професійну підготовку [63].

У 70 – 80 роках ХХ ст. зафіксовано наступний етап фундаментальних і прикладних досліджень, присвячених низці аспектів професійно-технічної освіти. Учені С. Батишев [4], А. Веселов [18], Е. Осовський [118] та ін. студіювали різні проблеми професійно-технічної освіти, економіки, історії робітничого класу й колгоспного селянства. У наукових працях [4], [18], [118] схарактеризовано історію розвитку профтехшколи та педагогічної думки, зокрема проблеми підготовки кваліфікованих робітничих кадрів на тлі соціально-економічного, політичного й культурного поступу країни. У 90-х роках ХХ ст. стали помітними недоліки професійно-технічної освіти [121]: незбалансованість структури підготовки робітничих кадрів із професійно-кваліфікаційною структурою зайнятості, економічними потребами країни; неузгодженість змісту освіти для якісної підготовки компетентних працівників, відставання змістового наповнення освіти від науково-технічного розвитку.

У працях І. Лікарчука [63], [64] удокладнено періодизацію професійної підготовки робітників в Україні та виокремлено кілька етапів у розвитку професійно-технічної освіти:

- кінець 80-х років XIX ст. – до 1920 року – створення нормативної бази, що регламентує функціонування системи підготовки робітничих кадрів, відкриття спеціалізованих професійних навчальних закладів (сільськогосподарських, промислової та жіночої освіти);

- 1920 – 1929 рр. – започаткування української системи нижчої професійної освіти, уніфікація освітніх систем Росії й України;

- 1929 – 1940 рр. – підпорядкування підготовки робітничих кадрів господарським наркоматам; створення галузевих систем підготовки кваліфікованих робітників;

- 1940 – 1959 рр. – організація системи трудових резервів, що мала на меті задовольнити потреби країни у кваліфікованих робітничих кадрах;

- 1959 – 1991 рр. – підготовка робітничих кадрів середніх профтехучилищ, затвердження єдиних навчальних планів і програм;

- 1991 р. – дотепер – розбудова системи професійно-технічної освіти незалежної України, адаптація її до ринкової економіки, ухвалення Закону України «Про професійно-технічну освіту», що став першим в історії (1998 р.).

На підставі вивчення нормативно-правової та навчально-методичної бази, а також аналізу змісту й форм навчально-виховного процесу в професійно-технічних навчальних закладах О. Коханко [59] диференціював п'ять етапів розвитку системи професійної підготовки робітничих кадрів, що охоплюють 1969 – 1994 рр.:

- 1949 – 1968 рр. – трансформація закладів профтехосвіти в міські й сільські ПТУ (1959 – 1965 рр.), ухвалення Закону «Про реорганізацію державних трудових резервів у державну систему професійно-технічної освіти» (1968 р.);

– 1969 – 1975 рр. – початок підготовки кваліфікованих робітників із середньою освітою; організація роботи Державного комітету професійно-технічної освіти (1969 р.); становлення СПТУ як навчальних закладів нового типу; затвердження типового «Положення про науково-технічну інформацію в системі ПТО» (1971 р.).

– 1976 – 1983 рр. – модернізація змісту й форм організації навчально-виховного процесу в СПТУ; розроблення нормативно-правової бази, що регламентує основні напрями діяльності СПТУ, зокрема положень про ПТНЗ; ухвалення «Положення про майстра виробничого навчання» (1978 р.); окреслення порядку навчально-методичного забезпечення ПТНЗ (1977 р.); надання права педагогічним радам ПТНЗ зараховувати випускників до денних навчальних закладів (1979 р.).

– 1984 – 1990 р. – функціонування СПТУ як єдиного типу ПТНЗ (1984 р.); модернізація положень про СПТУ, виробничу практику; комп'ютеризація навчального процесу (1985 р.); затвердження підготовки відповідно до нового переліку професій (1987 р.); упровадження нових навчальних програм (1988 р.); надання профтехучилищам права проводити перепідготовку робітничих кадрів;

– 1991 – 1994 рр. – добір способів реформування системи ПТО згідно з програмою «Освіта (Україна ХХІ століття)»; упровадження нових організаційно-педагогічних форм підготовки кваліфікованих робітничих кадрів.

За висловом О. Коханка [59], із 1991 р. була послаблена увага державної влади до системи ПТО, суттєво погіршилася загальноосвітня підготовка учнів у профтехучилищах, зменшилася чисельність абітурієнтів і випускників ПТНЗ [59]. У розвитку професійно-технічної освіти посутню роль відіграло ухвалення низки нормативно-правових документів (із 1991 року).

Тогочасні процеси, що відбувалися в країні, актуалізували створення професійно-технічних навчальних закладів нового типу. Професійно-технічні училища поступово почали реорганізовувати в поліфункційні регіональні й

галузеві професійні освітні центри. Це регламентувала постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження комплексних заходів щодо формування ступеневої професійно-технічної освіти, спеціалізації та перепрофілювання професійно-технічних навчальних закладів» (від 2 квітня 1998 р.) [125]. Для окресленого періоду характерне створення інших навчальних закладів професійної освіти, організація курсів для перепідготовки незайнятого населення, поява вищих професійних училищ, центрів професійно-технічної освіти, професійних ліцеїв. Такі заклади оснащували якісною технікою, в установах продуктивно працювали з новітніми інформаційними, виробничими й педагогічними технологіями. Уся діяльність була спрямована на досягнення високого рівня професійної підготовки робітників.

Згідно з наказом Міністерства освіти і науки України, стало чинним «Положення про вище професійне училище та центр професійно-технічної освіти» (20 червня 2000 р.) [101]. Документ регламентував статус вищого професійного училища (ВПУ), що готує робітничі кадри високого рівня кваліфікації, які працюватимуть за технічно й технологічно складними професіями або діяльністю яких передбачає складну організацію роботи. Центри професійно-технічної освіти (ЦПТО) були покликані поліпшити кваліфікацію й забезпечити перепідготовку робітників і молодших спеціалістів, які впроваджують нові технології виробництва або сфери послуг. В акредитованих ВПУ та ЦПТО була організована підготовка молодших спеціалістів, відповідно до Закону України «Про професійно-технічну освіту» [121].

У липні 2004 р. ухвалено «Концепцію розвитку професійно-технічної (професійної) освіти в Україні» [57], що представляла програму дій для національної професійно-технічної освіти. Згодом, 18 вересня 2005 р., підписано Указ Президента України «Про додаткові заходи щодо вдосконалення професійно-технічної освіти в Україні» [188]. У травні 2006 р. підготовлено наказ Міністерства освіти України № 419 «Про затвердження

Положення про організацію навчально-виробничого процесу у професійно-технічних навчальних закладах» [97]. Документ регулював єдину систему планування, організації й обліку навчально-виробничого процесу, описував порядок реалізації поточного, тематичного, проміжного, вихідного контролю рівня знань, умінь і навичок учнів, слухачів, їхньої кваліфікаційної атестації. У жовтні 2010 р. Міністерство освіти України підготувало наказ № 947 «Про затвердження Типової базисної структури навчальних планів для підготовки кваліфікованих робітників у професійно-технічних навчальних закладах» [98]. Типова базисна структура навчальних планів декларувала організацію навчання громадян за програмами професійно-технічного навчання. На тлі потреби в зміцненні держави ухвалено «Концепцію Державної цільової програми розвитку професійно-технічної освіти на 2011 – 2015 роки» [54], що мала створити сприятливі умови для якісної підготовки робітничих кадрів, з огляду на прерогативи державної соціально-економічної політики, яка фокусувала увагу на потребах особистості зокрема й суспільства та держави загалом, а також на рівному доступі всіх осіб до професійно-технічної освіти.

Нині вітчизняна система професійно-технічної освіти перебуває на етапі активного реформування. Відповідно до Указу Президента України від 25 червня 2013 року № 344/2013, затверджено «Національну стратегію розвитку освіти в Україні на період до 2021 року» [108]. У документі наголошено на потребі розроблення й ухвалення нової редакції Закону України «Про професійно-технічну освіту». Згідно з наказом Міністерства освіти і науки України № 298 «Про впровадження елементів дуальної системи навчання у професійну підготовку кваліфікованих робітників» (від 16.03.2015) [99], підготовка кваліфікованих робітників має вийти на новий рівень. На сьогодні йде обговорення проєкту закону про професійну (професійно-технічну) освіту.

У законодавчих положеннях зауважено, що учні, які зараховані до закладу професійної (професійно-технічної) освіти на базі свідоцтва про базову середню

освіту, повинні опанувати загальноосвітню дисципліну «Математика» за програмою рівня стандарту для учнів 10–11 класів загальноосвітніх навчальних закладів.

Чітка інтерпретація етапів історії розвитку математичної освіти в українських закладах загальної середньої освіти можлива в разі ретельного аналізу подій попередніх років. Вагому роль для суспільства відіграла постанова про поновлення 1943 року роботи шкіл у районах Української РСР, що були звільнені від фашистських окупантів, запровадження в 1949 році обов'язкової семирічної освіти, а згодом про перехід до восьмирічного загального навчання.

Освітня система початку 50-х років збіглого століття була спрямована на підготовку фахівців, спроможних швидко та якісно реанімувати економіку, що суттєво постраждала через війну. Унаслідок вивчення архівних документів, О. Павлюк підсумувала [119], що вчителі шкіл спрямовували свою діяльність на підвищення ідейного й наукового рівня викладання наукових засад, поглиблювали знання учнів із предметів, які були запропоновані в навчальному плані. Водночас для роботи шкіл були характерні серйозні недоліки: брак ретельного аналізу стану успішності учнів із математики, що мав бути проведений під час пленарних засідань і секцій учительських нарад; нез'ясованість причин низького рівня знань.

Перебудову шкільної математичної освіти розпочато у зв'язку з ухваленням рішень XIX з'їзду КПРС у 1952 році. На підставі документів, що набули чинності, профільне міністерство освіти УРСР запропонувало зміни до навчальних планів і програм із математики, а також акцентувало увагу на політехнічному навчанні. Така освіта прогнозувала потребу в ознайомленні з теорією та практикою діяльності основних виробничих галузей, а також передбачала налагодження тісного зв'язку навчання із суспільно-виробничою сферою [119].

У другій половині 1954 року підготовлено нові програми, що відразу впроваджували в навчальний процес. У нових програмах зосереджено увагу на розділах, що мали найбільш суттєве значення в руслі політехнічних завдань.

На розвитку шкільної математичної освіти в другій половині 60-х років позитивно позначилася постанова, ухвалена 1966 року, «Про заходи подальшого поліпшення роботи середньої загальноосвітньої школи УРСР» [124]. У документі, зокрема, зауважено, що потрібно проаналізувати досвід організації діяльності шкіл, де учні старших класів поглиблено опановують окремі дисципліни [124]. Динамічний розвиток науки і техніки, виробництва, культури вимагав від системи освіти підготовлених осіб, які володіють глибокими знаннями з окремих дисциплін. Для подальшого інтенсивного розвитку шкільної математичної освіти в 1967 році ухвалено положення «Про організацію факультативних занять учнів VII – X класів» [126].

В окреслений період чималих зусиль докладено до модернізації шкільної математичної освіти. Зокрема, у 1964 році створено комісію АН СРСР та АПН СРСР, що очолив Андрій Миколайович Колмогоров та яка мала на меті характеризувати зміст математичної освіти. У своїй діяльності комісія робила акцент на переході школи до нових програм для IV – X класів, де були вилучені окремі теми. Цей факт можна витлумачувати як осучаснення шкільної математичної освіти [119].

Стан загальної середньої освіти в середині 80-х років характеризували як кризовий. Наявність складної ситуації й масових недоліків засвідчують матеріали колегії Міністерства освіти. Реформа 1984 року, запланована на тривалий термін, не привела до кардинальних змін у шкільній математичній освіті [119].

У період незалежності країни розвиток шкільної математичної освіти, зокрема в закладах професійної (професійно-технічної) освіти, набув гуманістичного спрямування.

Вивчення математики у ЗП(ПТ)О в період 1994-2000 рр. відбувалося на основі типових навчальних планів.

25.04. 2001 року видається наказ МОН № 342 [103], у якому затверджено типові навчальні плани загальноосвітніх навчальних закладів на 2001/2002-2004/2005 навчальні роки. У типовому навчальному плані наголошується, що «особлива увага має приділятися вивченню учнями української мови, вітчизняної історії та культури, опануванню принаймні однієї з іноземних мов, комп'ютерної грамотності» [103]. Вивченню математики на той час приділяється менша увага. Відповідно до цього наказу, у закладах професійної (професійно-технічної) освіти вивчення математики відбувається за загальноосвітнім напрямком. На вивчення предмета відводиться 4 год на тиждень.

20.05.2003 р. наказом МОН № 306 [104] затверджено типовий навчальний план для профільного навчання на III ступені загальноосвітніх навчальних закладів. У цьому типовому плані вивчення математики в закладах професійної (професійно-технічної) освіти відбувається за універсальним напрямком. На вивчення предмета відводиться 4 год на тиждень.

У період 2005-2009 вивчення математики відбувається за типовими навчальними планами для організації профільного навчання у загальноосвітніх навчальних закладах, затвердженими наказом МОН України від 20.05.2003 р. № 306. Зазначені типові навчальні плани базуються на наказі МОН № 342 [103].

У 2010 році оновлюється навчальна програма з математики для загальноосвітніх навчальних закладів і в закладах професійної (професійно-технічної) освіти і вивчення математики відбувається на рівні стандарту. На вивчення математики відводиться 3 год на тиждень. У оновленій програмі з математики рівня стандарту 2010 року вперше зазначається, що одним із головних завдань цього курсу є забезпечення умов для досягнення кожним

учнем практичної компетентності. У цьому документі також прописані державні вимоги до рівня загальноосвітньої підготовки учнів за допомогою дієслів (обчислює, розрізняє, виконує, користується, знаходить, встановлює, досліджує, оцінює, порівнює, класифікує, застосовує, зображує, моделює).

Революційні події в державі, фокусування уваги на західному досвіді навчання й викладання зумовили зміну освітньої парадигми – зі знаннєвої на компетентнісну. Теорію компетентнісного підходу в освіті обґрунтовано в працях як зарубіжних (Д. Ландберг [209], Р. Харріс [209], Б. Хоббарт [209], У. Спеди [240]), так і вітчизняних учених (загальні питання компетентнісного підходу: І. Бех [10], Н. Бібік [53], Л. Ващенко [3], І. Єрмаков [53], О. Локшина [53], О. Овчарук [113], Л. Паращенко [53], О. Пометун [123], О. Савченко [53], С. Трубачева [53] та ін.; запровадження компетентнісного підходу в навчанні математики: М. Бурда [30], М. Головань [32], І. Лов'янова [65], О. Матяш [70], С. Скворцова [143], Н. Тарасенкова [151], О. Чашечникова [197] та ін.).

Згідно з чинним Законом України «Про освіту» [42], мета повної загальної середньої освіти полягає в усебічному розвитку, вихованні й соціалізації особистості. Така особистість має бути спроможною жити в суспільстві, цивілізовано взаємодіяти з природою, прагнути до самовдосконалення, навчатися впродовж життя, демонструвати готовність свідомо реалізувати життєвий вибір, бути відповідальною, провадити трудову діяльність та виявляти громадянську активність.

Окресленої мети досягають через формування в учнів ключових компетентностей, що потрібні сучасній особистості для успішної життєдіяльності [42]: вільне володіння державною мовою; здатність спілкуватися рідною (у разі відмінності від державної) та іноземними мовами; математична компетентність; компетентності в галузі природничих наук, техніки та технологій; інноваційність; екологічна компетентність; інформаційно-комунікаційна компетентність; навчання впродовж життя;

громадянські й соціальні компетентності, пов'язані з ідеями демократії, справедливості, рівності, прав людини, добробуту та здорового способу життя, з усвідомленням рівних прав і можливостей; культурна компетентність; підприємливість та фінансова грамотність; інші компетентності, регламентовані освітнім стандартом.

Компетентнісний підхід уможливорює побудову чіткої системи провадження освітньої діяльності, унаслідок якої впродовж усього навчання формуються ключові та предметні компетентності, що засвідчують здатність учня успішно використовувати сукупність знань і способів дій із певного предмета під час уроку або згідно з життєвою ситуацією [252].

20 квітня 2018 року відбувається затвердження типової освітньої програми для закладів загальної середньої освіти III ступеня [100]. Згідно з ним, математика для учнів закладів професійної (професійно-технічної) освіти вивчається на рівні стандарту. На вивчення математики відводиться 3 год на тиждень. В оновленій програмі вказано, що в основу побудови змісту та організації процесу навчання математики покладено компетентнісний підхід. Також вказано, що навчання математики має зробити певний внесок у формування ключових компетентностей, затверджених у [42]. У оновленій навчальній програмі виокремлюються такі чотири наскрізні лінії ключових компетентностей: "Екологічна безпека та сталий розвиток", "Громадянська відповідальність", "Здоров'я і безпека", "Підприємливість та фінансова грамотність", які спрямовані на формування в учнів здатності застосовувати знання й уміння у реальних життєвих ситуаціях. Важливим також є виписані очікувані результати навчально-пізнавальної діяльності учнів у формі дієслів (обчислює, розрізняє, виконує, користується, знаходить, встановлює, досліджує, оцінює, порівнює, класифікує, застосовує, зображує, моделює).

Проаналізувавши усі вищенаведені типові навчальні плани, зазначимо, що розділи стереометрії (початкові поняття зі стереометрії, паралельність прямих і

площин, перпендикулярність прямих і площин, координати і вектори, геометричні тіла, площа та об'єм геометричних тіл) є незмінними.

Проаналізувавши зміст навчання стереометрії у підручниках [122], [6], [7], [8], який пропонується учням до вивчення у закладах професійної (професійно-технічної) освіти, доцільно підкреслити, що тенденція йде на спрощення навчального матеріалу. Зокрема, відбулося видалення тем «Тригранний і многогранний кут», «Рівновеликі тіла», «Об'єм кульового сегмента і сектора», «Центральна симетрія паралелепіпеда», «Симетрія прямокутного паралелепіпеда», «Симетрія кулі», «Про поняття тіла і його поверхні в геометрії», «Рух у просторі», «Подібність просторових фігур». Наразі, у зв'язку з тим, що відбулося скорочення кількості годин на вивчення математики на рівні стандарту в загальноосвітніх навчальних закладах III ступеня, вивчення кожного розділу стереометрії не є глибоким і відбувається здебільшого на рівні ознайомлення.

Отже, аналіз нормативних документів доводить, що в науковій літературі представлено достатню кількість праць, які сфокусовані на описі розвитку професійної (професійно-технічної) освіти в радянський період. Водночас для років незалежності України характерний менший ступінь опрацювання порушеного питання. Вітчизняні дослідники ретельно студіюють проблеми історії розвитку професійної (професійно-технічної) освіти України. З огляду на зміну освітньої парадигми, більш глибокого аналізу потребує загальноосвітня підготовка, зокрема проблема навчання стереометрії як важливого складника підготовки компетентного працівника машинобудівного профілю нового типу. Навчання майбутніх робітників машинобудівного профілю нині організоване відповідно до засад компетентнісного підходу, що вмотивовує доцільність дослідження стану навчання стереометрії у ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю.

1.2. Сучасний стан навчання стереометрії у ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю

Машинобудування – одна з найважливіших стратегічних галузей України. Євроінтеграційний процес, потреба в залученні інвестицій до цієї галузі вимагає від держави обізнаних і досвідчених фахівців. Це зумовлює необхідність подальшого реформування системи професійної (професійно-технічної) освіти, орієнтиром для якої має стати випускник – кваліфікований робітник нового типу, що володіє глибокими теоретичними знаннями та здатністю самостійно застосовувати їх у нестандартних, постійно змінюваних робочих ситуаціях. Відповідність цим вимогам потребує якісної математичної освіти учнів профтехшколи.

У концепції розвитку природничо-математичної освіти [56] основним завданням є формування навичок розв’язання складних (комплексних) практичних проблем, критичного мислення, креативних якостей та когнітивної гнучкості, організаційних та комунікаційних здібностей, вміння оцінювати проблеми та приймати рішення, готовності до свідомого вибору та оволодіння майбутньою професією, фінансової грамотності, цілісного наукового світогляду, ціннісних орієнтирів, загальнокультурної, технологічної, комунікативної і соціальної компетентностей і математичної та природничої грамотності.

Курс математики у ЗП(ПТ)О побудований на основі програм 10 – 11 класу з математики загальноосвітніх навчальних закладів, рівень стандарту [74], складається з тем стереометрії та алгебри і початків аналізу, призначений забезпечити підготовку учнів на рівні, необхідному для майбутньої професійної діяльності та подальшої безперервної освіти. Опанування стереометрії має навчити учнів правильного сприймання навколишнього світу, розвинути логічне мислення, сформувати просторову уяву та навички конструювання.

За чинною освітньою програмою з математики [74], для засвоєння стереометрії передбачено 102 год. і 21 резервну годину. До вивчення запропоновано такі розділи стереометрії: «Паралельність прямих і площин у просторі», «Перпендикулярність прямих і площин у просторі», «Координати і вектори у просторі», «Геометричні тіла. Об'єми та площі поверхонь геометричних тіл».

Розділ «Паралельність прямих і площин у просторі» охоплює теми: «Аксиоми стереометрії. Взаємне розміщення прямих у просторі» та «Паралельність прямої і площини. Паралельність площин». Наразі для вивчення розділу заплановано 17 год. Мета вивчення розділу – сформувати в учнів ЗП(ПТ)О правильне сприймання навколишнього світу; показати взаємозв'язок між геометричними об'єктами й відношеннями з об'єктами навколишнього світу; розвинути просторове мислення, просторову уяву; навчити учнів ЗП(ПТ)О зображати просторові фігури на площині й застосовувати ці зображення під час розв'язування задач.

Розділ «Перпендикулярність прямих і площин у просторі» містить теми «Перпендикулярність прямих, прямих і площин, площин» та «Вимірювання відстаней і кутів у просторі». Обсяг годин – 17 год. Метою засвоєння розділу є формування в учнів ЗП(ПТ)О загального поняття відстані, поняття міри кута та двогранного кута як геометричної фігури; навчання учнів ЗП(ПТ)О знаходити відстані й кути в просторі.

Розділ «Координати і вектори у просторі» представляє тему з аналогічною назвою, передбачає 10 год. Мета вивчення розділу – продемонструвати учням ЗП(ПТ)О узагальнення векторного й координатного методів у випадку простору під час розв'язування задач.

Розділ «Геометричні тіла. Об'єми та площі поверхонь геометричних тіл» складається з тем «Многогранники», «Тіла обертання», «Площі поверхонь геометричних тіл» та «Об'єми геометричних тіл». Для оволодіння розділом

заплановано 37 год. Метою розділу є навчання учнів ЗП(ПТ)О обчислювати елементи геометричних тіл та знаходити площі їхніх поверхонь й об'єми.

На підставі аналізу стандарту професійної (професійно-технічної) освіти 7212.C.28.00-2015 [37] за спеціальністю «Електрогазозварник», стандарту професійної (професійно-технічної) освіти 8211.DJ.28.52-2014 [36] за спеціальністю «Верстатник широкого профілю», стандарту професійної (професійно-технічної) освіти 7231.G0.50.20-2014 [38] за спеціальністю «Слюсар з ремонту автомобілів» виокремлено спільні для цих спеціальностей дисципліни професійно-теоретичної підготовки, а саме: «Допуски і технічні вимірювання», «Основи технічного креслення», «Електротехніка». Для вивчення названих курсів необхідні знання зі стереометрії. Зокрема, уміння зображати просторі фігури на площині, знання про паралельне проектування потрібні в ході опанування предмета «Основи технічного креслення»; уміння знаходити відстані й кути в просторі, знання про тіла обертання – для оволодіння курсом «Допуски і технічні вимірювання»; знання з теми «Координати і вектори у просторі» – дисципліною «Електротехніка».

Варто констатувати зв'язок між стереометрією й дисциплінами «Допуски і технічні вимірювання», «Основи технічного креслення», «Електротехніка» на прикладі стандарту професійної (професійно-технічної) освіти 8211.DJ.28.52-2014 [36] за спеціальністю «Верстатник широкого профілю» (рис. 1.2.1). Теми стереометрії перегукуються з професійно-теоретичними дисциплінами протягом усього періоду навчання. Засвоєння дисципліни «Основи технічного креслення» пов'язане з паралельним проектуванням, побудовою перерізів геометричних фігур, комбінаціями геометричних тіл; курсу «Електротехніка» – із векторами; дисципліни «Допуски і технічні креслення» – із вимірюванням кутів і відстаней у просторі, знаннями про тіла обертання.

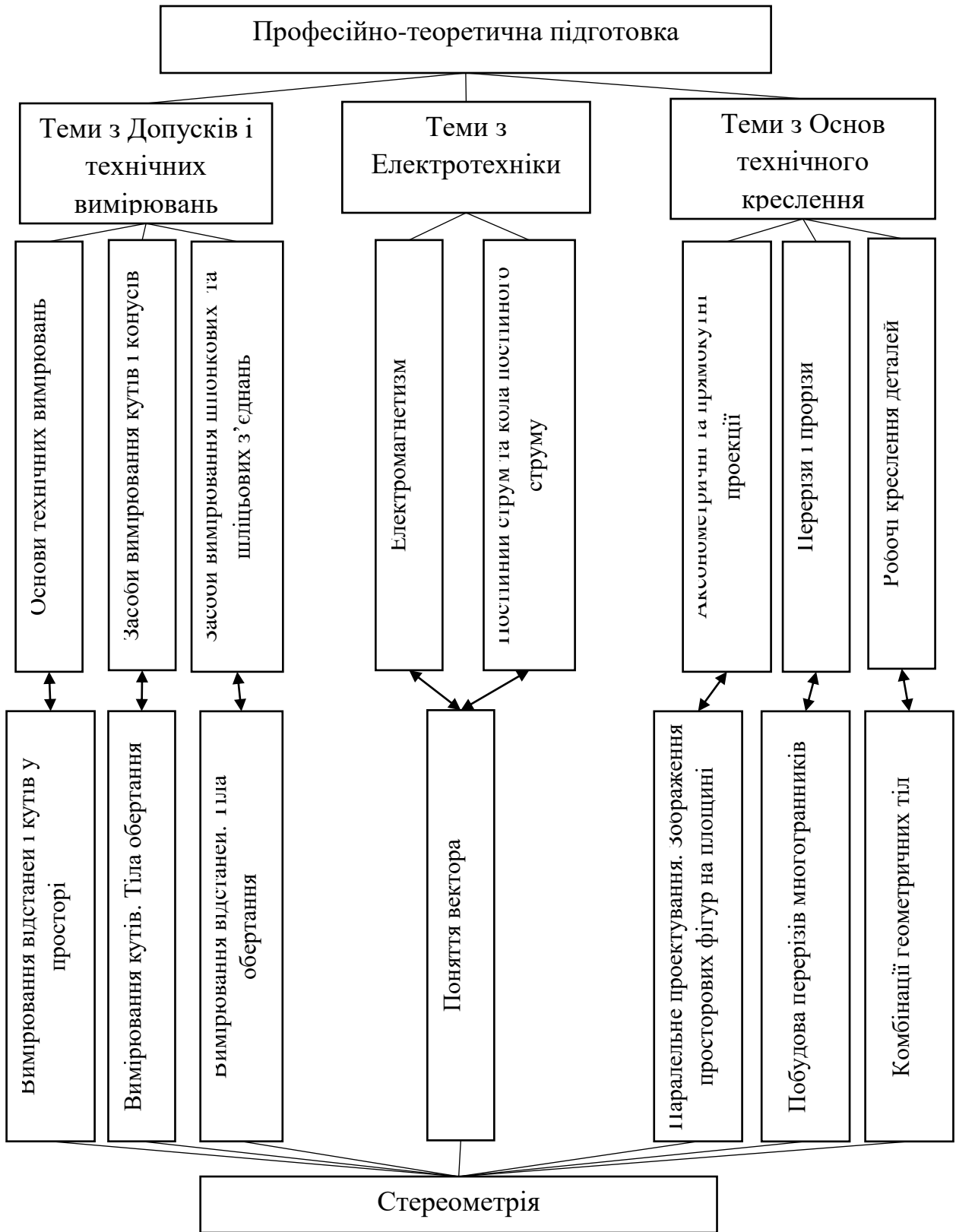


Рис. 1.2.1. Зв'язок між стереометрією та дисциплінами професійно-теоретичної підготовки

Зокрема для вивчення теми «Аксонетричні та прямокутні проекції» у межах дисципліни «Основи технічних креслень» передбачено 4 години. Мета опанування теми – засвоєння знань про утворення аксонетричних і прямокутних проекцій. Згідно зі стандартом професійної (професійно-технічної) освіти 8211.DJ.28.52-2014 [36] за спеціальністю «Верстатник широкого профілю», у руслі оволодіння дисципліною заплановані такі аспекти:

- сутність способу проектування;
- аксонетричні проекції відповідно до ДСТУ 2. 317-69;
- утворення аксонетричних проекцій; положення осей в ізометричній та фронтальній діаметричній проекціях;
- скорочення розмірів за осями X, Y, Z;
- зображення в аксонетричній проекції плоских фігур;
- прямокутне проектування – основний спосіб зображення, що застосовується у техніці згідно з ДСТУ 2.305-98;
- площини проекцій;
- комплексне креслення;
- розташування виглядів на кресленнях;
- поняття про допоміжну пряму комплексного креслення та практика її побудови;
- проектування основних геометричних тіл (призми, піраміди, циліндра, конуса, кола) на три площини проекцій з аналізом проекцій елементів цих тіл (вершин, ребер, граней, твірних);
- зображення призми, піраміди, циліндра, конуса в аксонетричних проекціях); проекції точок, що належать поверхні предмета;
- побудова прямокутних проекцій геометричних тіл із вирізами;
- призначення ескізів;

- послідовність виконання ескізу: вибір головного зображення, визначення необхідної кількості (числа) зображень, послідовність їх виконання;
- проведення розмірів ліній та обмірювання деталей;
- нанесення розмірів.

Опрацювавши всі зазначені питання, учні, які вибрали професію «Верстатник широкого профілю», зможуть правильно накреслити ескіз майбутньої деталі та надалі обробляти деталі на налагоджених верстатах. Аналіз змісту теми засвідчує, що для повноцінного опрацювання окреслених аспектів майбутнім робітникам необхідні знання зі стереометрії, які вони опановують на I курсі навчання в контексті тем «Зображення просторових фігур на площині», «Паралельне проектування», «Ортогональне проектування». Отже, вивчення тем стереометрії носить пропедевтичний характер і готує до вивчення теми «АксонOMETричні та прямокутні проекції» та інших дисципліни професійно-теоретичної підготовки.

З огляду на завдання дисертації, необхідно проаналізувати якість навчальних досягнень зі стереометрії учнів ЗП(ПТ)О. Посутній вплив на рівень вивчення стереометрії у ЗП(ПТ)О має якість базових навчальних досягнень із геометрії, що учні здобули за період навчання в закладі загальної середньої освіти. Констатовано дані вхідного діагностичного тестування, проведеного Навчально-методичними центрами професійно-технічної освіти різних областей України за 2018 – 2019 навчальний рік із математики для учнів I курсу ЗП(ПТ)О, що у відсотковому вимірі демонструють якість математичної підготовки:

- 2,5 % – 4,12 % – Кіровоградська, Київська, Чернігівська області;
- 4,12 % – 5,74 % – Закарпатська, Луганська області;
- 5,74 % – 7,36 % – Миколаївська, Харківська області;

– 7,36 % – 8,98 % – Львівська, Сумська, Тернопільська, Івано-Франківська області.

Такі результати засвідчують досить низький вхідний рівень знань учнів із математики. За даними Навчально-практичних центрів професійно-технічної освіти різних областей України [77], [78], [79], [80], [84], [85], [94] типовими є прогалини в знаннях і вміннях із геометрії, що пов'язані з формулами для обчислення площ плоских фігур та із застосуванням теореми Піфагора до розв'язування задач. Такий стан спричинений, на нашу думку, кількома факторами. По-перше, до ЗП(ПТ)О майже не вступають учні з високим рівнем навчальних досягнень із математики; по-друге, у закладах загальної середньої освіти недостатньою є мотивація школярів до вивчення математики, а звідси – низький стартовий рівень учнів ЗП(ПТ)О; по-третє, наявна дезорієнтація деяких учнів щодо місця й ролі в соціумі.

Згідно з п. 5 наказу Міністерства освіти і науки України від 28.08.2018 № 931 «Про деякі питання проведення у 2019 році зовнішнього незалежного оцінювання, здобутих на основі повної загальної середньої освіти» [102], у 2018 – 2019 навчальному році учні закладів професійної (професійно-технічної) освіти, що здобувають повну загальну середню освіту одночасно з професійною освітою, зобов'язані були проходити державну підсумкову атестацію у формі зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО-2019) із двох предметів. Обов'язковий перший предмет – українська мова, другий предмет (на вибір учня) – математика чи історія України.

Результати ДПА у формі ЗНО-2019 (рис. 1.2.2) засвідчують, що від 180 до 200 балів не набрав жоден учень ЗП(ПТ)О України. Найбільшою є чисельність учнів ЗП(ПТ)О України, які набрали від 100 до 120 балів, це становить 36,38 % від усіх учасників ЗНО-2019 з математики. Зафіксовано решту відомостей: 5,96 % учнів ЗП(ПТ)О України отримали результати в межах 120 – 140 балів, 1,5 % учнів – 140 – 180 балів, 0,17 % учнів – 160 – 180 балів. Катастрофічним є

те, що 55,16 % учнів ЗП(ПТ)О, які склали ЗНО-2019 з математики, не подолали поріг «склав / не склав».

Моніторинги, проведені НМЦ ПТО в різних областях України, дають підстави стверджувати, що якість навчальних досягнень із математики за результатами ЗНО у 2019 році у відсотковому вимірі становить:

- 1,52 % у Луганській області;
- 5 % у Кіровоградській області;
- 0,6 % у Київській області;
- 3,3 % у Чернігівській області;
- 1,5 % у Дніпропетровській області;
- 1,4 % у Миколаївській області;
- 4,3 % у Рівненській області;
- 4,4 % у Львівській області;
- 1,9 % у Сумській області.

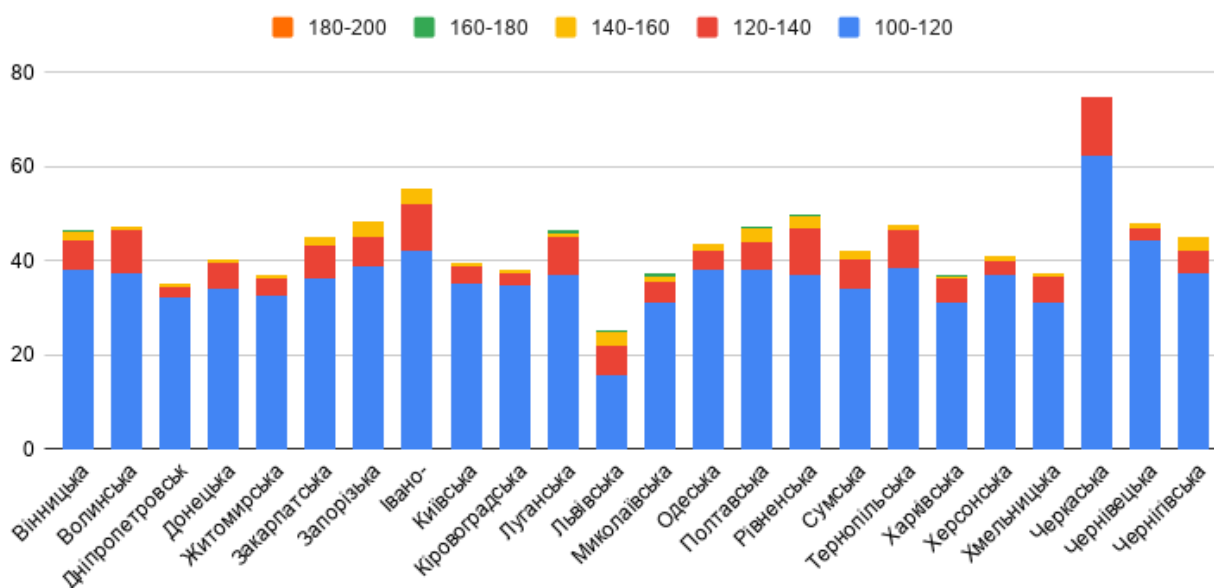


Рис. 1.2.2. Результати ЗНО-2019 з математики учнів ЗП(ПТ)О

Результати дослідження рівня сформованості математичної грамотності, що подані в базі даних PISA-2018 [238], також достатньо низькі. 44 % учнів ЗП(ПТ)О, які брали участь у дослідженні, не досягли базового рівня математичної грамотності.

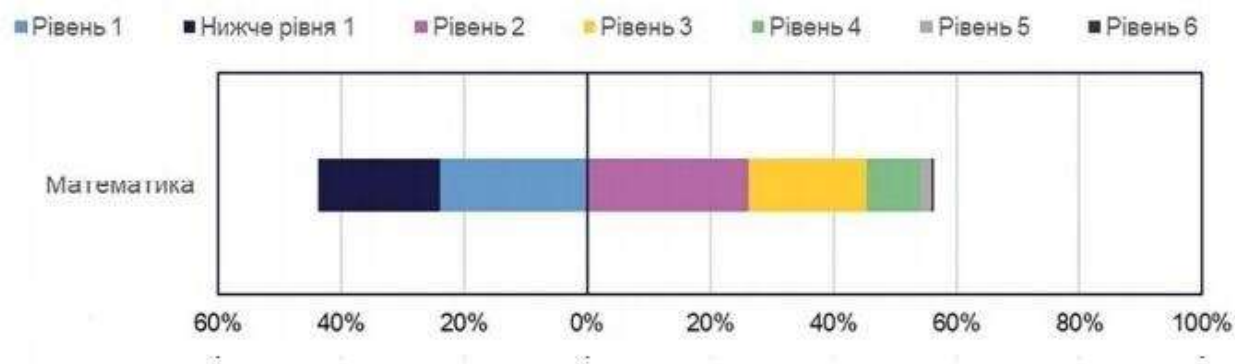


Рис. 1.2.3. Рівні сформованості математичної грамотності учнів ЗП(ПТ)О в Україні

Аналіз результатів сучасного стану навчання математики, зокрема стереометрії, у ЗП(ПТ)О спонукає до тверджень:

- учні вступають до ЗП(ПТ)О переважно з початковим і середнім рівнем навчальних досягнень із математики, унаслідок чого більшості учнів важко вивчати теми стереометрії в ЗП(ПТ)О;
- учні за період навчання здебільшого залишаються на тому самому рівні навчальних досягнень із математики, із яким вступали до ЗП(ПТ)О; така ситуація впливає на результати зовнішнього незалежного оцінювання, унаслідок цього учні не можуть реалізувати можливість вступу до закладу вищої освіти й продовжити навчання;
- досить низький рівень математичної грамотності більшості учнів не дає їм змоги повною мірою опанувати ті професії, які вони вибрали під час вступу до ЗП(ПТ)О.

За часи незалежної України на питання стереометричної підготовки учнів ЗЗСО та ЗП(ПТ)О звертали певну увагу, однак науковці спрямовували зусилля

переважно на геометричну підготовку старшокласників у закладах загальної середньої освіти (В. Бевз [6], Г. Бевз [5], М. Бурда [13], Н. Гібалова [24], С. Іванова [48], І. Лов'янова [65], О. Матяш [70], А. Прус [127], Н. Тарасенкова [154], Л. Філон [191] та ін.). Особливості навчання математики учнів ЗП(ПТ)О досліджували менш інтенсивно. При цьому результати, отримані О. Волянською [20], І. Гириловською [23], Я. Черненко [197], на наше переконання, не втратили своєї цінності й дотепер, оскільки містять теоретичні та методичні напрацювання щодо забезпечення професійної спрямованості навчання математики учнів ЗП(ПТ)О.

О. Волянська [20] розробила методичну систему вивчення алгебри і початків аналізу у ЗП(ПТ)О в умовах упровадження освітнього стандарту, уточнила поняття професійної спрямованості, окреслила шляхи її реалізації в ході вивчення курсу алгебри і початків аналізу, структурувала зміст навчального матеріалу для повторення курсу математики основної школи та засвоєння теоретичного матеріалу курсу алгебри і початків аналізу. Авторкою з'ясовані психолого-педагогічні передумови процесу навчання, які є необхідною умовою реалізації рівневої та профільної диференціації, описані нові технології, активні методи й форми навчання.

Наразі доцільним є використання професійно значущих завдань в ході опанування математики учнями ЗП(ПТ)О, що посилюють їхню мотивацію до навчання. На уроках застосовують рівневу диференціацію, індивідуальну, групову та фронтальну форми роботи. Також наразі викладачі й учні ЗП(ПТ)О послуговуються програмою «GRAN1» для дослідження графіків функції.

І. Гириловська [23] досліджувала формування в учнів ЗП(ПТ)О будівельного профілю вмінь розв'язувати стереометричні задачі на побудову. Авторка запропонувала нове бачення щодо наукової проблеми цілеспрямованого формування в учнів ЗП(ПТ)О вмінь розв'язувати стереометричні задачі на побудову як професійно значущі для майбутнього

робітника будівельної галузі; проаналізувала стан порушеного питання в психолого-педагогічній і навчально-методичній літературі та в практиці навчання математики учнів ЗП(ПТ)О, з'ясувавши актуальність проблеми. У працях дослідниці виокремлено основні професійно значущі якості майбутніх фахівців будівельної галузі, що є складниками професійної підготовки та які формують під час вивчення стереометрії в процесі розв'язування задач на побудову. Уточнено операційний склад умінь розв'язувати стереометричні задачі на побудову, визначено рівні й показники їхньої сформованості, розроблено критерії оцінювання навчальних досягнень учнів. Обґрунтовано вимоги до добору системи професійно орієнтованих задач для ефективного формування названих умінь. Диференційовано компоненти професійно орієнтованої методики формування в учнів ЗП(ПТ)О будівельного профілю вмінь розв'язувати стереометричні задачі на побудову, з'ясовано їхнє змістове наповнення, побудовано модель такого навчання й підготовлено необхідний навчально-методичний супровід професійно спрямованого навчання геометрії. Наразі доцільними є запропоновані авторкою способи реалізації алгоритмічного підходу до розв'язування стереометричних задач на побудову, що побудовані на принципі рівневої диференціації.

Професійну спрямованість опанування геометрії учнями ЗП(ПТ)О, що здобувають освіту за групами спеціальностей «Кравець. Закрійник», «Електромонтер із ремонту та обслуговування електроустаткування», «Перукар (перукар-модельєр). Манікюрниця», «Флорист. Декоратор вітрин», досліджувала Я. Черненко [198]. Авторкою запропонована модель компетентнісно орієнтованої методики формування геометричних умінь зазначених спеціальностей, окреслений зміст понять «професійна спрямованість навчання математики в закладах професійно-технічної освіти» та «геометричні вміння учнів закладів професійно-технічної освіти». У дисертації Я. Черненко обґрунтовано групи геометричних умінь учнів зазначених спеціальностей;

виокремлено компоненти геометричних умінь (мотиваційний, змістовий, операційний, рефлексивний), критерії, показники й рівні сформованості геометричних умінь в учнів таких закладів; потрактовано поняття «компетентнісний профіль учнів закладів професійно-технічної освіти», представлено сутнісні описи складників компетентнісного профілю учнів, що формують у процесі навчання геометрії для зазначених спеціальностей. Також схарактеризовано зміст поняття «професійно спрямовані задачі з геометрії для учнів закладів професійно-технічної освіти». Я. Черненко обґрунтувала в компетентнісному вимірі специфіку компонентів методичної системи (цілей, змісту, методів, організаційних форм, засобів) навчання геометрії як непрофільної дисципліни в цих закладах для названих спеціальностей, підготувала збірник професійно спрямованих задач для учнів, що навчаються за цими спеціальностями, розробила докладні методичні рекомендації до уроків із теми «Об'єми геометричних тіл».

Наразі доцільним є використання запропонованих Я. Черненко інтерактивних форм навчання під час формування геометричних умінь. Викладачі й учні використовують в освітньому процесі сучасні засоби навчання, приклади застосування яких описано в роботі автора: педагогічні програмні засоби «GRAN-3D», «GeoGebra».

За даними Інституту професійно-технічної освіти Національної академії педагогічних наук України [41], у ЗП(ПТ)О різних профілів проводили експериментальну роботу для покращення рівня початкових досягнень майбутніх кваліфікованих робітників.

2009 – 2011 рр. Тема «Моделювання діяльності інноваційного навчального закладу на основі програми соціального партнерства, як підсистеми управління якістю освіти». Мета роботи – організація навчального процесу як інтегрованого інноваційного середовища, спрямованого на оволодіння учнями ЗП(ПТ)О ключовими професійними компетентностями,

проведення цільових профорієнтаційних заходів, соціально-професійної адаптації, створення умов для неперервного професійного розвитку, набуття навичок поєднувати виробничі інтереси й індивідуальні потреби, забезпечення варіативності та гнучкості організаційних форм і методів навчання.

2013 – 2014 рр. Тема «Дидактичне проектування електронних підручників нового покоління для машинобудівної і будівельної галузі». Мета роботи полягала в експериментальній перевірці ефективності методики дидактичного проектування електронних підручників нового покоління для машинобудівної та будівельної галузей у процесі професійної підготовки.

2015 – 2018 рр. Тема «Професійна підготовка кваліфікованих робітників з використанням елементів дуальної системи навчання». Мета роботи – науково обґрунтувати й експериментально перевірити якість професійної підготовки кваліфікованих робітників на основі використання елементів дуальної системи навчання.

2015 – 2017 рр. Тема «Технологія проектного навчання у професійній підготовці кваліфікованих робітників автотранспортної галузі». Робота була покликана теоретично обґрунтувати й експериментально перевірити модель застосування технології проектного навчання в професійній підготовці кваліфікованих робітників автотранспортної галузі.

2016 – 2018 рр. Тема «Відкрите професійне навчання населення на модульно-компетентнісній основі». Мета роботи передбачала теоретичне обґрунтування та експериментальну перевірку організаційно-педагогічних умов для ефективного функціонування відкритого професійного навчання на модульно-компетентнісній основі.

2016 – 2020 рр. Тема «Підготовка кваліфікованих робітників із професій: «Квітникар», «Декоратор вітрин», «Флорист» із використанням технології дистанційного навчання». Метою роботи є дослідження ефективності

використання технології дистанційного навчання в процесі професійної підготовки учнів ЗП(ПТ)О.

Зазначені експерименти всеукраїнського рівня переконують, що у ЗП(ПТ)О впроваджують інноваційні методики навчання, однак тільки з дисциплін загальнопрофесійної чи професійно-теоретичної підготовки. Натомість імплементація інноваційних методик у загальноосвітню підготовку учнів ЗП(ПТ)О має стихійний характер. Навчально-методичні центри професійно-технічної освіти різних областей України проводять вебінари з методики навчання загальноосвітніх дисциплін, де викладачі, зокрема математики, діляться досвідом роботи з учнями ЗП(ПТ)О. Про інноваційні методики навчання викладачі ЗП(ПТ)О загальноосвітніх дисциплін дізнаються на курсах підвищення кваліфікації. На нашу думку, такий стан речей засвідчує відсутність системного характеру запровадження інноваційних методик навчання загальноосвітніх дисциплін. Усе залежить лише від мотивації викладача опанувати нове самостійно та навчати учнів ЗП(ПТ)О. Ставлення викладача в такому разі може суттєво впливати на рівень навчальних досягнень учнів ЗП(ПТ)О. З огляду на переорієнтацію системи освіти в компетентнісному напрямі, удосконалення методики навчання математики у ЗП(ПТ)О має бути комплексним і системним.

Отже, опрацювання нормативних документів, моніторингу якості навчальних досягнень учнів ЗП(ПТ)О, доробку українських учених засвідчує, що важливою проблемою, яка вимагає наукового осмислення й нагального розв'язання, є аналіз результатів стереометричної підготовки учнів ЗП(ПТ), зокрема машинобудівного профілю, у компетентнісному вимірі. Удосконалення стереометричної підготовки учнів ЗП(ПТ)О через цілеспрямоване формування в них математичної компетентності має свої особливості, а саме: низький початковий рівень навчальних досягнень учнів ЗП(ПТ)О, слабка мотивація до навчання, психологічні особливості учнів ЗП(ПТ)О. У руслі порушеної

проблематики варто схарактеризувати поняття математичної компетентності майбутніх робітників машинобудівного профілю та виокремити її в системі професійних компетентностей цих фахівців.

1.3. Математична компетентність у системі професійних компетентностей майбутніх фахівців машинобудівного профілю

1.3.1. Професійні компетентності майбутніх робітників машинобудівного профілю. Серед спеціальностей, які пропонують ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю, у дослідженні зосереджено увагу на таких: «Верстатник широкого профілю», «Електрогазозварник», «Слюсар з ремонту автомобілів». Вибір зумовлений тим, що ці професії входять до п'ятірки найбільш запотребуваних робочих професій на ринку праці України.

Стандарт професійної (професійно-технічної) освіти (СП(ПТ)О) [36, 37, 38] регламентує для учнів закладів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю загальнопрофесійні та професійні групи компетентностей. Згідно з цим документом, під загальнопрофесійними компетентностями розуміють знання та вміння, що є загальними (спільними) для професії. Професійні компетентності – знання та вміння особи, які дають їй змогу виконувати трудові функції, швидко адаптуватися до змін у професійній діяльності та представляють складники професійної кваліфікації.

Професійні компетентності майбутніх робітників машинобудівного профілю для кожної професії специфічні. Учні набувають цих компетентностей безпосередньо під час професійно-практичної підготовки. За період навчання в учнів, які вибрали спеціальність «Верстатник широкого профілю», має бути сформована низка професійних компетентностей [36]:

- обробляти деталі на налагоджених токарних, фрезерних, свердлувальних верстатах за 12-14-м квалітетами (4-7-м класами

- точності) та на шліфувальних верстатах із застосуванням охолоджувальної рідини за 11-м квалітетом (4-м класом точності), із використанням нормального різального інструмента і універсальних пристроїв, дотримуючись послідовності оброблення й режимів різання відповідно до технологічної карти або за вказівкою майстра;
- обробляти нежорсткі вали, конічні поверхні поворотом верхніх полозків супорту та зміщенням корпусу задньої бабки; фасонні поверхні фасонними різцями;
 - свердлити, розсвердловати, зенкувати, розточувати крізні та глухі отвори;
 - нарізати зовнішню та внутрішню трикутну різьбу мітчиком або плашкою;
 - полірувати поверхні за допомогою абразивної стрічки й жимків;
 - накатувати рифлення різного візерунку на токарних верстатах;
 - фрезерувати плоскі поверхні, пази, уступи, прорізи, шипи, циліндричні поверхні й відрізаня металу;
 - установлювати та вивіряти деталі на столі верстату й у пристрої;
 - з'ясовувати послідовність переходів і виконувати технічні розрахунки, необхідні для всіх видів оброблення деталей;
 - шліфувати зовнішні поверхні простих деталей на круглошліфувальних, плоскошліфувальних і безцентрово-шліфувальних верстатах;
 - встановлювати шліфувальний круг у зборі на верстат; деталі в центрах, патроні, на столі;
 - свердлити, розсвердловати, зенкувати крізні та глухі отвори в деталях, розташованих в одній площині, по кондукторах, шаблонах, упорах та за розміткою на свердлувальних верстатах;
 - нарізати різьби з діаметром понад 2 мм і до 24 мм на прохід та в упор на свердлильних верстатах;

- читати робочі креслення деталей;
- користуватися технологічною документацією та паспортами верстатів.

Учні, які вибрали спеціальність «Електрогазозварник», мають оволодіти такими професійними компетентностями [37]:

- готувати робоче місце до виконання ручного дугового зварювання, наплавлення та повітряно-дугового різання;
- нагрівати вироби й деталі перед зварюванням і наплавленням;
- брати участь у прийманні й здаванні зміни; забезпечити збереження, правильну експлуатацію електрозварювального устаткування та раціональне використання зварювальних матеріалів;
- виконувати ручне дугове зварювання деталей, вузлів і конструкцій із різних металів та сплавів;
- виконувати наплавлення деталей, вузлів і конструкцій із різних металів та сплавів;
- обробляти зварний шов у процесі та після зварювання; перевіряти якість виконання ручного дугового зварювання, наплавлення. усувати дефекти, що виникли під час виконання ручного дугового зварювання, наплавлення;
- проводити роботи з обслуговування робочого місця після виконання ручного дугового зварювання, наплавлення.

Учні, які вибрали спеціальність «Слюсар з ремонту автомобілів», мають оволодіти кількома професійними компетентностями [38]:

- виконувати роботи з розбирання вантажних і легкових автомобілів, (крім спеціальних, дизельних, інжекторних, газобалонних), автобусів із кількістю посадочних місць для пасажирів до 22, причепів, напівпричепів та мотоциклів;
- проводити ремонт, складання простих агрегатів і складових одиниць автомобілів із заміною окремих частин та деталей;

- знімати та встановлювати просту освітлювальну арматуру, ізолювати й паяти провідники;
- виконувати роботи з технічного обслуговування автомобілів, усувати виявлені дрібні несправності;
- виконувати слюсарне оброблення деталей за 12–14 квалітетами із застосуванням слюсарного інструменту й контрольно-вимірювальних приладів;
- виконувати роботи з ремонту й першого технічного обслуговування нескладних автомобілів, їхніх вузлів, агрегатів і систем під керівництвом слюсаря вищої кваліфікації, а саме карбюраторних і задньопривідних автомобілів.

Відповідно до завдань, які може виконувати випускник ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю за спеціальностями «Електрогазозварник», «Верстатник широкого профілю», «Слюсар з ремонту автомобілів», кваліфікований робітник має бути підготовлений до різних видів діяльності: підготовчої, технологічної, контрольної, організаційної.

Підготовча діяльність пов'язана з підготовкою безпосередньо до роботи: одержання необхідної технічної й технологічної документації, перевірка наявності та справності технологічного обладнання, одержання й підготовка до роботи необхідного контрольно-вимірювального інструменту, читання креслень для виготовлення точного виробу чи конструкції, виготовлення моделі конструкції, створення заготовки виробу й ін. Серед типових завдань професійної діяльності варто виокремити такі:

- читання креслень (базоване на знаннях із тем стереометрії «Паралельність прямих і площин», «Перпендикулярність прямих і площин», «Зображення фігур на площині», «Перпендикуляр, похила, проекція», «Паралельне проектування», «Ортогональне проектування», «Перерізи многогранників»);

- створення моделі конструкції (ґрунтоване на знаннях із тем стереометрії «Многогранники», «Тіла обертання»);
- створення заготовки виробу (базоване на знаннях із тем стереометрії «Многогранники», «Тіла обертання»).

Технологічна діяльність пов'язана з безпосереднім веденням роботи. Наприклад, для верстатника вона має такі складові елементи, як стеження за процесом оброблення заготовок, визначення конусності деталі, перевірка дотримання заданих режимів різання, з'ясування можливих несправностей у роботі верстата, визначення моменту заміни ріжучого інструмента через його зношування, керування підйомним і технологічним транспортом та ін. Для слюсаря – розмітки, рубки, правки, шабрування, складання або розбирання збірних одиниць різного призначення, складання роз'ємних або нероз'ємних з'єднань, дотримання кута заточення різального інструмента під час рубання, дотримання паралельності в ході шліфування тощо. Серед типових завдань професійної діяльності в контексті дослідження диференційовано такі:

- для електрозварника – дотримуватися кута нахилу електрода до поверхні зварювання під час виконання ручного дугового зварювання деталей, вузлів і конструкцій із різних металів та сплавів (базоване на знаннях із теми курсу стереометрії «Вимірювання кутів у просторі»);
- для слюсарів із ремонту автомобілів – тримання кута заточення різального інструмента в ході рубання (ґрунтоване на знаннях із теми курсу стереометрії «Вимірювання кутів у просторі»);
- для верстатників широкого профілю – визначення конусності деталі (базоване на знаннях із тем курсу стереометрії «Елементи геометричних тіл» та «Вимірювання відстаней у просторі»).

Контрольна діяльність пов'язана з контрольними діями під час виконання верстатних, слюсарних та інших операцій, контролю лінійних і діаметральних

розмірів деталей, перевірки шорсткості робочих поверхонь, якості виконання складальних робіт тощо. До типових завдань професійної діяльності належать:

- вимірювання розмірів деталей (базоване на знаннях із тем стереометрії «Вимірювання відстаней у просторі», «Елементи геометричних тіл»);
- виправлення дефектів роботи (грунтоване на знаннях із тем стереометрії «Паралельність прямих у просторі», «Перпендикулярність прямих у просторі»).

Організаційна діяльність пов'язана з виконанням вимог безпеки праці на конкретному робочому місці, із забезпеченням електробезпеки й пожежної безпеки тощо. До типових задач професійної діяльності зараховано такі:

- дотримання правил безпеки поводження з робочим інструментом (базоване на знаннях із теми стереометрії «Вектори в просторі»);
- дотримання правил особистої безпеки (спеціальний одяг, захисні окуляри).

Отже, у професійній діяльності майбутнього робітника машинобудівного профілю математичний складник є присутнім. Для розв'язання професійних завдань майбутній робітник має володіти математичними методами їх формулювання й виконання, аналізу варіантів розв'язання та прогнозування результатів утілення ухвалених рішень. Це означає, що опанування курсу математики, зокрема стереометрії, необхідне для професійного становлення під час навчання у ЗП(ПТ)О.

Згідно зі стандартом професійної (професійно-технічної) освіти [36, 37, 38], майбутні робітники названих спеціальностей мають формувати професійну компетентність, яка передбачає види діяльності, що базовані на знаннях стереометрії та вмінні їх використовувати (рис. 1.3.1).



Рис. 1.3.1. Види діяльності майбутнього робітника машинобудівного профілю, якість яких залежить від математичної компетентності

Для повноцінного оволодіння професійними компетентностями, учні засвоюють цикл загальнопрофесійної підготовки, де формуються загальнопрофесійні компетентності. Унаслідок аналізу стандарту професійної (професійно-технічної) освіти 7212.C.28.00-2016 [37] за професією «Електрогазозварник», стандарту професійної (професійно-технічної) освіти 8211.C.25.62-2017 [36] за професією «Верстатник широкого профілю», стандарту професійної (професійно-технічної) освіти 7231.G0.50.20-2014 [38] за професією «Слюсар з ремонту автомобілів», виокремлено спільні загальнопрофесійні компетентності майбутніх робітників машинобудівного профілю:

- оволодіння основами трудового законодавства;
- оволодіння основами галузевої економіки та підприємництва;

- оволодіння основами матеріалознавства;
- оволодіння основами технічного креслення;
- оволодіння основами електротехніки з основами промислової електроніки;
- оволодіння основами допусків та технічних вимірювань;
- дотримання й виконання вимог з охорони праці, пожежної та електробезпеки, виробничої санітарії, ліквідації аварій і їхніх наслідків та правил надання долікарської допомоги.

Формуючи компетентності з професій «Електрогазозварник», «Верстатник широкого профілю», «Слюсар з ремонту автомобілів», учні навчаються на завданнях, виконання яких передбачає:

- вимірювання елементів геометричних тіл;
- створення моделі геометричного тіла;
- зображення геометричного тіла;
- проектування геометричних тіл на площину.

Математичний складник становить одну з підвалин формування загальнопрофесійних компетентностей учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю. Це ще раз доводить її необхідність у формуванні компетентного робітника.

Отже, у системі компетентностей майбутнього робітника машинобудівного профілю необхідною є математична компетентність. У процесі її формування необхідно розкрити важливе значення математики для вивчення дисциплін як загальнопрофесійної, так і професійно-практичної підготовки. У цьому контексті актуалізована проблема формування математичної компетентності майбутніх робітників машинобудівного профілю, зокрема в ході опанування стереометрії.

1.3.2. Математична компетентність, її суть та будова. Учені всього світу аналізують математичну компетентність і як ключову, і як предметну. Закордонні дослідники (Т. Дженсен [235], Д. Кілпатрік [223], Йо. Літнер [227], М. Нісс [232] та ін.) трактують математичну компетентність учнів переважно як ключову. В основу нашого дослідження взято тлумачення математичної компетентності датською командою науковців на чолі з М. Ніссом [232]. Вони розуміють математичну компетентність як здатність розуміти, судити, робити й використовувати математику в різних внутрішньо- та позаматематичних контекстах і ситуаціях, де ця галузь відіграє або могла б відігравати певну роль.

Нісс витлумачує математичну компетентність як здатність розуміти, судити, робити й використовувати математику в різних внутрішньо- та позаматематичних контекстах і ситуаціях, де ця галузь відіграє або могла б відігравати певну роль.

М. Нісс [232] та його команда підсумували, що зміст математичної компетентності утворюють дві групи складників. Перша група складників математичної компетентності пов'язана зі здатністю ставити запитання й відповідати на них за допомогою математики. Друга група складників математичної компетентності пов'язана з умінням володіти математичною мовою та інструментами.

До першої групи належать:

1) математичне мислення (оволодіння математичним способом мислення), а саме:

- формулювання запитань, характерних для математики, знання типів відповідей (або того, як їх отримати), що математика може запропонувати;
- розуміння й ладнання з об'єктом та змістом певного поняття;
- розширення сфери застосування поняття через відокремлення деяких його властивостей; узагальнення результатів до більших класів об'єктів;

- розмежування різних видів математичних висловлювань (умовні твердження «якщо – то», кванторні твердження, припущення, визначення теореми, гіпотези, випадки);

2) формулювання й розв'язування математичних задач:

- виявлення, постановка й точне визначення різновиду математичної задачі – теоретична або прикладна, відкрита або закрита;
- розв'язування різних видів математичних задач (теоретичних чи прикладних, відкритих або закритих), запропонованих іншими, власних, якщо можливо, різними способами;

3) математичне моделювання (тобто аналіз і побудова моделі), а саме:

- аналіз основ та властивостей моделей, зокрема оцінювання їхнього діапазону й валідності;
- виконання активного моделювання в заданому контексті (структурування області; математизація; робота з (в) моделлю, зокрема розв'язування задач, які вона породжує; валідація моделі всередині та зовні; аналіз і критика моделі та можливої альтернативної моделі; спілкування про модель й отриманий на моделі результату; моніторинг і контроль всього процесу моделювання;

4) Математичне обґрунтування, а саме:

- наступність й оцінювання ланцюжків аргументів, запропонованих іншими учнями;
- знання про математичне / нематематичне доведення, його відмінності від інших видів математичних міркувань;
- розкриття основних ідей у представленому аргументуванні (особливо доведенні), зокрема відмежування основних даних від деталей, ідей від технічних питань;

- розроблення формальних і неформальних математичних аргументів та перетворення евристичних аргументів на вагомі докази, тобто доведення тверджень.

До другої групи належать:

1) представлення математичної сутності (об'єкти й ситуації):

- розуміння та використання (розшифрування, інтерпретація, розмежування) різних уявлень про математичні об'єкти, явища й ситуації;
- розуміння й використання відношень між різними інтерпретаціями одного й того самого об'єкта, як-от знань про їхні відносні сильні сторони та обмеження;
- вибір і комутація між інтерпретаціями;

2) оперування математичними символами й формальними системами:

- розшифрування й інтерпретація символічної та формальної математичної мови, розуміння її зв'язку з природною мовою;
- розуміння природи та правил формальних математичних систем (як синтаксису, так і семантики);
- переклад із природної мови на формальну / символічну мову;
- оброблення та оперування твердженнями й виразами, що містять символи та формули;

3) спілкування в математиці, із нею та про неї:

- розуміння письмових, наочних чи усних «текстів» інших людей у різній символіці з питань, що мають математичний зміст;
- висловлення своєї думки на різних рівнях теоретичної та технічної точності в усній, наочній чи в письмовій формі щодо таких питань;

4) використання засобів та інструментів (зокрема ІТ), а саме:

- знання щодо існування та властивостей різних математичних застосунків (педагогічних програмних засобів, онлайн-інструментів);

– уміння користуватися такими інструментами.

Шведська група вчених на чолі з Йо. Літнером [227], зважаючи на результати М. Нісса та його команди, погоджується з визначенням математичної компетентності, однак виокремлює шість інших складників математичної компетентності та три характерні особливості, пов'язані з ними.

1. Здатність розв'язувати задачу – працювати над задачею, спосіб розв'язування якої заздалегідь невідомий. Виявом її сформованості в учнів є такі характеристики:

- інтерпретація – розуміння проблемних ситуацій (словесних, наочних, реальних), зокрема розуміння й розпізнавання елементів задачі; розуміння методів, інструментів і цілей розв'язування задачі;
- застосування – використання математики для розв'язування різних задач, що виникають у математиці та інших сферах; застосування й адаптація різних стратегій і методів розв'язування задач; постановка та конкретизація різних видів задач;
- оцінювання – обмірковування й оцінювання обґрунтованості розв'язування; контроль процесу розв'язування математичних задач; загальні роздуми щодо розв'язування задач.

2. Здатність до міркування – розроблення та оцінювання математичних аргументів і доведень. Сформованість цієї здатності в учнів засвідчують характеристики:

- інтерпретація – розуміти та інтерпретувати свої й чужі міркування;
- застосування – вибирати й використовувати формальні та неформальні аргументи, які підтримують вибір і висновки в припущеннях, гіпотезах, висловлюваннях, розв'язуванні та доведенні; використовувати міркування для побудови інтерпретації інформації (наприклад, для аналізу формулювання складної задачі);

- оцінювання – оцінювати власні та чужі міркування; визнати міркування й доведення основоположними поняттями математики; знати, що таке доведення і чим воно відрізняється від інших міркувань, наприклад, евристики.

3. Здатність до застосування математичних алгоритмів – послідовність математичних дій, що є прийнятним способом розв'язування задач. Вияв її сформованості в учнів доводять такі характеристики:

- інтерпретація – розуміти та пояснювати алгоритми;
- застосування – вибирати й використовувати алгоритми, щоб досягти результату та мати змогу робити це поступово;
- оцінювання – оцінювати застосування тих чи тих алгоритмів; проводити загальний аналіз функції алгоритмів.

4. Здатність до заміщення – можливість замінювати реальні моделі абстрактними математичними поняттями. Виявом її сформованості в учнів слугують характеристики:

- інтерпретація – використання знаково-символічних засобів замість реальності, яку вони позначають;
- застосування – вибирати й використовувати замітники для створення, запису, розв'язування задач, моделювання чи пояснення фізичних, соціальних або математичних явищ, пов'язуючи з математичними ідеями;
- оцінювання – оцінювати доцільність і правильність використання заміників.

5. Здатність до зв'язку – здатність з'єднувати між собою математичні поняття. Про вияв її сформованості в учнів говорять на підставі низки характеристик:

- інтерпретація – розуміння й пояснення зв'язків; розуміння того, як математичні ідеї взаємодіють та створюють цілісну картину;

можливість бачити структуру математики через зв'язки, розпізнавати математику в навколишньому світі, виявляти зв'язки з математикою;

- застосування – вибір і використання зв'язків для створення, розв'язування задач, моделювання, пояснення фізичних, математичних та соціальних явищ, застосування математики в позаматематичних ситуаціях;
- оцінювання – оцінювання зв'язку, аналіз функцій зв'язків.

6. Здатність до комунікації – змога брати участь у процесі, коли обмін інформацією між учнями відбувається через загальну систему знаків і символів.

Виявом її сформованості в учнів є такі характеристики:

- інтерпретація – розуміти та пояснювати інформацію, отриману від іншої людини; уміти пояснювати вербальні й невербальні математичні засоби, які використовують інші;
- застосування – подати інформацію математичною мовою для іншої людини;
- оцінювання – уміти оцінювати комунікацію, аналізувати функції комунікації.

Виокремлені складники математичної компетентності, представлені групами вчених на чолі з М. Ніссом і Йо. Літнером, не пов'язують математичну компетентність із конкретними програмовими темами, навчальними програмами чи з роботою в аудиторії. Пропоновані складники математичної компетентності можна формувати й у межах інших навчальних предметів, не лише на уроках математики.

Для нашої роботи актуальним є здатність до зв'язку тобто здатність з'єднувати між собою математичні поняття.

Зазначимо, що в типовій освітній програмі закладів загальної середньої освіти III ступеня [74] одним з очікуваних результатів навчання здобувачів

освіти є сформована ключова математична компетентність. До її компонентів належать:

- уміння – оперувати текстовою й числовою інформацією; виявляти відношення між реальними об'єктами навколишньої дійсності; розв'язувати задачі, зокрема практичного змісту; будувати й досліджувати найпростіші моделі реальних об'єктів, процесів і явищ; інтерпретувати та оцінювати результати; прогнозувати в контексті навчальних та практичних задач; використовувати математичні методи в практичних ситуаціях;
- ставлення – усвідомлення значущості математики в сучасному суспільстві, у розвитку технічного, економічного та оборонного потенціалу держави, успішного вивченні інших предметів;
- навчальні ресурси – розв'язування математичних задач, обов'язково таких, що моделюють реальні життєві ситуації.

Схарактеризовані компоненти ключової математичної компетентності доцільно формувати в учнів упродовж всього періоду навчання (вивчаючи цикли загальноосвітньої, професійно-теоретичної та професійно-практичної підготовки, виробничої практики) у закладах професійної (професійно-технічної) освіти машинобудівного профілю.

Дослідження «PISA» («Programme for International Student Assessment») [237] трактує математичну компетентність учнів як поєднання математичних знань, умінь, досвіду і навичок людини, що забезпечують успішне розв'язання різноманітних задач, які потребують застосування математики.

Керівник проекту «PISA» Р. Тюрнер зауважує [250], що для розвитку математичної компетентності основоположними є:

- 1) комунікація – із собою – читання, розуміння, трактування тверджень і математичної інформації; з іншими – кодування, пояснення, доведення;

2) математизація – перетворення реальної ситуації на математичну, інтерпретування зв'язку між математичними об'єктами чи математичною інформацією й ситуацією, що заміщується;

3) інтерпретація – винайти або використати для заміщення математичні об'єкти чи відношення (рівняння, формули, графіки, таблиці, схеми, текстові описи);

4) обґрунтування й доведення – спосіб зв'язку аргументів доведення (аналітичний, синтетичний, доведення від супротивного);

5) стратегічне мислення – вибір або розроблення й упровадження математичної стратегії розв'язування задач, що постають із завдання чи з контексту;

б) використання знаково-символічних засобів.

Для нашої роботи актуальним є математизація, тобто перетворення реальної ситуації на математичну, інтерпретування зв'язку між математичними об'єктами чи математичною інформацією й ситуацією, що заміщується. Також беремо до уваги інтерпретацію тобто використання для заміщення математичних об'єктів чи відношень.

Аналізуючи складники математичної компетентності за Йо. Літнером і основоположні математичної компетентності за Р. Тюрнером, можемо дійти висновку, що спільними рисами є заміщення реальних об'єктів математичними ; розуміння і розроблення стратегії розв'язування задачі: подання інформації математичною мовою та розуміння математичних символів. Однак різниця між ними полягає у тому, що Йо. Літнер пропонує включати послідовність математичних дій, що є прийнятним способом розв'язування задач. Р. Тернер включає спосіб зв'язку аргументів доведення.

Математичну компетентність як ключову (за Р. Тюрнером) доцільно формувати в ході вивчення математики в закладі професійної (професійно-

технічної) освіти для того, щоб майбутні робітники могли повноцінно реалізувати себе в постійно змінюваному середовищі.

Вітчизняні вчені характеризують математичну компетентність і як предметну (М. Бурда [30], Д. Васильєва [14], М. Головань [32], І. Зіненко [45], С. Раков [132], Н. Тарасенкова [152] та ін.), і як ключову (Г. Селевко [139], Н. Тарасенкова [152], А. Тихоненко [161], А. Хуторський [193] та ін.). М. Бурда наголошує, що «математична компетентність являє собою сферу відношень, що існують між знаннями та практичною (навчальною) діяльністю учнів: без знань не може бути сформована компетентність, проте не кожне знання й не в кожній ситуації виявляється як компетентність» [30].

Н. Тарасенкова вважає, що «математична компетентність як ключова безпосередньо пов'язана з головною загальнокультурною здатністю людини – спроможністю доказово й несуперечливо міркувати. Саме під час навчання математики ця спроможність людини розвивається найбільш інтенсивно та ефективно» [152].

Навчання математики в закладах професійної (професійно-технічної) освіти зорієнтоване на розвиток предметної математичної компетентності. У педагогіці поняття «предметна математична компетентність» потрактоване вченими по-різному, залежно від контексту розв'язуваних дослідниками наукових завдань.

Г. Гоменюк описує предметну математичну компетентність як «якість особистості, що формується й розвивається в процесі навчання математики в загальноосвітній школі, поєднує усвідомлену потребу в математичних знаннях, розуміння їхньої цінності для розвитку людського суспільства й кожного учня зокрема; мотивацію до провадження навчальної математичної діяльності; математичні знання, уміння, навички, нормативно регламентовані навчальною програмою з математики; досвід самостійної математичної діяльності; здатність до самоконтролю й самооцінювання в процесі навчальної математичної

діяльності; готовність успішно розв'язувати проблеми та завдання в навчанні й життєвих ситуаціях, що потребують математичних знань і методів пізнання» [33].

За С. Раковим [131], під математичною компетентністю розуміють уміння бачити й застосовувати математику в реальному житті, розуміти зміст і метод математичного моделювання, уміння будувати математичну модель, досліджувати її методами математики, інтерпретувати отримані результати, оцінювати похибку обчислень.

І. Зіненко [45] кваліфікує математичну компетентність як якість особистості, що синтезує математичну грамотність і досвід самостійної математичної діяльності.

І. Сафонова [138] убачає в математичній компетентності інтегративну здатність особистості, що поєднує математичні знання, уміння, навички, досвід математичної діяльності, особистісні якості, які зумовлюють прагнення, готовність і здатність розв'язувати проблеми й завдання, що виникають у реальних життєвих ситуаціях і потребують використання математичних методів розв'язання, усвідомлення значущості предмета й результату діяльності.

Синтезувавши різні точки зору науковців щодо поняття математичної компетентності як предметної, доцільно потрактувати поняття математичної компетентності учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю як набуту характеристику особистості, яка: 1) поєднує в собі цінності, мотиви, математичні знання, навички, уміння, особистісні якості; 2) проявляється у готовності і здатності розв'язувати професійні завдання, у розумінні учнем суті методу математичного моделювання та спроможності його застосовувати принаймні на прематематичному рівні у фаховій діяльності.

Н. Тарасенкова стверджує, що спроможність застосовувати метод математичного моделювання на прематематичному рівні у фаховій діяльності – це інтуїтивне використання методу математичного моделювання для

розв'язування професійних завдань. На математичному рівні спроможність застосовувати метод математичного моделювання у фаховій діяльності означає усвідомлену побудову математичної моделі та її дослідження для розв'язування професійних завдань.

Опис предметної математичної компетентності неможливий без окреслення її складників.

На думку І. Зіненко [45], до структурних складників математичної компетентності належать такі:

1) мотиваційно-ціннісний – охоплює мотивацію та ставлення (інтереси, цінності) до математичної діяльності, саме вони забезпечують застосування математичних знань для розв'язання проблем; математичні знання набувають особистісного значення, окреслюють траєкторію поведінки; для цього компонента характерна система орієнтацій старшокласника на розуміння й вільне оперування математичними знаннями та вміннями, на самостійний пошук необхідних знань, перенесення відомих способів математичної діяльності в нові, нестандартні ситуації, вияв активності в ході суджень, критичності мислення, гнучкість методу, прогнозування власної діяльності – розвиток творчого потенціалу особистості;

2) когнітивний – містить систему уявлень учня, які характеризують глибину обізнаності в математичному знанні та математичній діяльності;

3) операційно-технологічний – створює досвід самостійної математичної діяльності, що охоплює оволодіння загальними математичними вміннями (уміння оперувати математичними знаннями, уміння досліджувати й розв'язувати математичні задачі, уміння математично міркувати, комунікативні математичні вміння та прикладні вміння), готовність застосовувати їх у різноманітних проблемних і нестандартних ситуаціях;

4) рефлексивний – характеризують самоконтроль, самоаналіз і самооцінку учня; необхідний компонент реалізації навчальної діяльності –

самоконтроль, що передбачає перевірку, оцінювання й коригування власної діяльності, поведінки учня.

Важливим для нашого дослідження є рефлексивний складник математичної компетентності.

Українські вчені на чолі з М. Бурдою [30] диференціювали низку компонентів математичної компетентності, що представлені нижче.

Ціннісно-мотиваційний (аксіологічний) компонент має на меті пробудити й закріпити в учнів стійке позитивне ставлення до навчальної діяльності, викликати допитливість, пізнавальний інтерес, закріпити особистісно значущий сенс навчальних дій, сформувати в учнів внутрішню потребу самостійно навчатися. Виявом її сформованості в учнів можуть бути такі діяльнісні характеристики:

- уміння окреслювати мету діяльності (здатність ставити цілі, спрямованість на досягнення мети);
- вияв здатності ухвалювати самостійні рішення; схильність перевіряти й оцінювати результати своєї діяльності, зіставляти їх із поставленими цілями та особистим життєвим досвідом; вияв допитливості, пізнавального інтересу;
- виявлення потреби до самостійного пошуку й засвоєння нових знань;
- спроможність до емоційного сприйняття математичних об'єктів, завдань, розв'язань, міркувань, інтерес до математичної творчості;
- поважне ставлення до однокласників, учителів, дотримання інтелектуальної чесності, об'єктивності, етичних і юридичних норм використання інформації.

Загальнокультурний компонент передбачає формування й розвиток у школярів уявлень про математику як невід'ємну частину загальнолюдської культури, про історію її розвитку, місце в системі інших наук, значення

математики в історичному минулому та в сучасному суспільстві. Передбачено, що випускник:

- має уявлення про математичну науку як про сферу людської діяльності, про етапи її розвитку, значущість для розвитку цивілізації;
- знає імена творців математичної науки, видатних вітчизняних і зарубіжних математиків минулого та сучасності, авторів підручників із математики;
- володіє математичною мовою, уміє правильно використовувати й пояснювати значення математичних термінів і символів, розуміє, що математична символіка та формули математики дають змогу описувати загальні властивості об'єктів практики й науки, а також відношення між ними;
- має уявлення про різницю у вимогах до доведень у математиці та різних галузях природничих і гуманітарних наук;
- володіє загальними способами інтелектуальної діяльності, характерними для математики й таких, що є основою пізнавальної культури, значущою для різних сфер людської діяльності;
- уміє самостійно працювати з підручником, розуміє його будову, знає призначення всіх елементів апарату орієнтування в текстах розділів, тем, параграфів, використовує прийоми розуміння тексту (структурування, ставлення пізнавальних запитань тощо), знає й застосовує прийоми смислового групування матеріалу.

Навчально-пізнавальний (когнітивний) компонент передбачає опанування кожним учнем базових математичних знань, умінь, навичок, способів діяльності, достатніх для вивчення суміжних навчальних предметів на сучасному рівні, а також для продовження освіти, різноманітними способами організації та учіння (уміння, дії, операції, пізнавальні процеси) на різних рівнях

пізнавальної самостійності (репродуктивна, частково пошукова, творча). Це означає, що випускник:

- володіє технікою практичних обчислень, раціонально сполучаючи усні, письмові й інструментальні обчислення (точні та наближені);
- знає й застосовує прийоми швидких обчислень, користується оцінкою та прикидкою під час практичних розрахунків;
- володіє технікою тотожних перетворень числових, алгебраїчних і трансцендентних виразів, вільно застосовує отримані навички в процесі розв'язування завдань;
- уміє користуватися математичними формулами, самостійно виводити формули залежностей між величинами;
- уміє самостійно провадити алгоритмічну й евристичну діяльність на математичному матеріалі, перевіряти та оцінювати результати своєї діяльності;
- помічає математичну задачу в контексті реальних (практичних) ситуацій, проблемних ситуацій у суміжних навчальних предметах, застосовує математичні методи для розв'язування цих задач (із використанням, за необхідності, довідкових матеріалів, калькулятора, комп'ютера);
- уміє описувати реальні ситуації й процеси мовою математики, будувати їхні математичні моделі, досліджувати побудовані моделі за допомогою математичного апарату, інтерпретувати зміст отриманого математичного результату в термінах досліджуваного процесу;
- має уявлення про існування ймовірно-статистичних закономірностей у навколишньому світі, про детерміновані та випадкові події, імовірнісні моделі, розуміє ймовірнісні властивості реальних подій і використовує їх у ході ухвалення рішень.

Інформаційний компонент віддзеркалює здатність особистості до діагностування інформаційної потреби, пошуку інформації й ефективної роботи з нею в усіх її формах і представленнях, опанування навичками діяльності стосовно інформації в навчальних предметах й освітніх галузях, у навколишньому світі, а також до пошуку, аналізу та відбору необхідної інформації, її перетворення, збереження й передання, володіння сучасними інформаційними засобами та інформаційними технологіями. Завершуючи вивчення шкільного курсу математики, учень:

- розуміє необхідність одержання потрібної інформації;
- уміє самостійно вибирати належне джерело, знаходити інформацію, критично оцінювати отримані відомості та їхні джерела, аналізувати інформацію, систематизувати, класифікувати, інтегрувати відомості в особистий досвід;
- уміє опрацьовувати інформацію, представлену в таблицях, діаграмах, графіках, описувати й аналізувати масиви числових даних за допомогою статистичних характеристик;
- здатний обробляти результати лабораторних експериментів та оцінювати похибки.

Інтелектуальний компонент. Істотними якостями інтелекту людини є логічність мислення, доказовість, критичність, глибина, гнучкість, широта. Завершуючи вивчення шкільного курсу математики, учень:

- уміє логічно міркувати, робити обґрунтовані висновки, оцінювати логічну правильність міркувань, розпізнавати логічно некоректні міркування, відрізнити гіпотезу від факту, доведені твердження від недоведених (обґрунтованих);
- уміє проводити дедуктивні й індуктивні міркування в ході доведення теорем і розв'язування задач, пропонувати різні способи розв'язання задачі;

- уміє проводити узагальнення й «відкривати» закономірності на основі аналізу окремих прикладів, результатів експерименту, висловлювати та перевіряти гіпотези, окреслювати межі застосування отриманого результату;
- володіє здатністю ухвалювати рішення в умовах неповної і надлишкової, точної та ймовірнісної інформації, схильністю до розумового експерименту, виявляє здатність до подолання розумових стереотипів, що випливають із повсякденного досвіду;
- володіє складниками дослідницької й проектної діяльності, зокрема вмінням помічати проблему, ставити запитання, формулювати гіпотези, визначення понять, класифікувати, спостерігати, проводити експерименти, аналізувати, порівнювати, узагальнювати, систематизувати, виявляти причиново-наслідкові зв'язки, знаходити аналоги, робити висновки, структурувати матеріал, пояснювати, доводити, захищати свої ідеї;
- уміє планувати та провадити діяльність, спрямовану на розв'язання завдань дослідницького характеру, прогнозувати результат роботи, докладати зусилля для його досягнення, змінювати план діяльності в разі змін умов її виконання.

Комунікативний компонент передбачає сформованість умінь ясно й чітко викладати свої думки, будувати аргументовані міркування, вести діалог (дискусію), сприймаючи позицію співрозмовника, у разі необхідності – критично аналізувати її. Завершуючи вивчення шкільного курсу математики, учень:

- уміє ясно, точно й логічно грамотно виражати свої думки в усній та письмовій формі, використовувати різні математичні мови (словесну, символічну, графічну), переходити з однієї мови на іншу для ілюстрації,

інтерпретації, аргументації, доведення, наводити приклади й контрприкладі;

- уміє адекватно використовувати мовні засоби для ведення дискусії й аргументації своєї позиції, порівнювати різні погляди, обстоювати свою позицію;
- уміє зіставляти власну думку з думкою авторитетних джерел і більшості, аргументовано чинити опір груповому тиску;
- уміє доповідати про результати свого дослідження, коротко й точно відповідати на запитання, використовувати довідкову літературу й інші джерела інформації;
- виявляє готовність до навчальної діяльності у взаємодії (у парі, малій групі, участі в проектній діяльності).

Світоглядний компонент, що реалізують у процесі вивчення історії появи математичних понять, з'ясування зв'язків математики з іншими навчальними предметами, складання математичних моделей тощо. Завершуючи вивчення шкільного курсу математики, учень:

- має уявлення про ідеї та методи математики, особливості математичного методу дослідження та його відмінності від методів природничих і гуманітарних наук, розуміє особливості застосування математичних методів до аналізу й дослідження процесів і явищ у природі та суспільстві;
- розуміє, що логічні закони математичних міркувань мають універсальний характер і застосовувані в усіх галузях людської діяльності;
- має уявлення про аксіоматичну побудову математичної теорії, про значення аксіоматичного методу для інших сфер знання й практики;

- розуміє, що реальний світ підпорядкований не тільки детермінованим, але й статистичним закономірностям, уміє використовувати їх для розв'язання завдань повсякденного життя;
- має уявлення про метод математичного моделювання як про універсальний метод пізнання навколишнього світу;
- переконаний у можливості пізнання природи, у необхідності розумного використання досягнень математики для подальшого розвитку цивілізації;
- розуміє, що формальний математичний апарат створений і розвивається для розширення можливостей його застосування в ході розв'язання завдань, що постають у теорії та на практиці.

За М. Бурдою, Д. Васильєвою, О. Вашуленко, В. Волошеною, О. Глобіним, Н. Мацько, Т. Хмарою [30], компоненти математичної компетентності спрямовані на всебічний розвиток особистості. Важливим для нашого дослідження запропоновані М. Бурдою аксіологічний та когнітивний компоненти математичної компетентності. Однак, на нашу думку, у ході формування компетентного робітника машинобудівного профілю важливо, щоб компоненти математичної компетентності були також спрямовані на професійний розвиток особистості. Запропоновану структуру необхідно доповнити, з огляду на потреби математичної компетентності майбутнього робітника машинобудівного профілю.

На підставі систематизації наукових міркувань щодо складників предметної математичної компетентності та залучення позиції М. Бурди виокремлено складники предметної математичної компетентності учнів закладів професійної (професійно-технічної) освіти машинобудівного профілю:

- аксіологічний складник – система цінностей, мотивів, цілей, потреб і прагнень щодо вивчення математики, удосконалення знань, умінь та

досвіду математичної діяльності для кращого засвоєння циклів загальнопрофесійної і професійно-теоретичної підготовки;

- когнітивний складник – сукупність математичних знань, умінь і досвіду теоретичного й практичного характеру для використання під час вивчення предметів загальноосвітньої та професійно-теоретичної підготовки й у майбутній професійній діяльності;
- діяльнісний складник – комплекс математичних умінь (аналітичних, обчислювальних, алгоритмічних, функціональних, геометричних, стохастичних, імовірнісних, математичного моделювання) для розв’язування типових практичних задач методами математики;
- рефлексивний складник – адекватний самоаналіз і самооцінювання, рефлексія змісту, процесу і результатів математичної діяльності, прагнення до підвищення результатів своєї діяльності;
- особистісний складник – темперамент, стиль навчання, здатність до вольових напружень, наполегливості, витривалості, стриманості тощо.

Аналіз стандартів професійної (професійно-технічної) освіти з професій «Електрогазозварник», «Верстатник широкого профілю», «Слюсар з ремонту автомобілів» дав змогу виявити зв’язок між загальнопрофесійними компетентностями та складниками математичної компетентності.

Аксіологічний складник математичної компетентності впливає з потреб і мотивів учнів та пов’язана з виконанням професійних завдань. *Когнітивний складник* математичної компетентності поєднана із оволодінням основами матеріалознавства, основами технічних креслень, основами допусків і технічних вимірювань, основами електротехніки та виявляється у вмінні застосувати математичні знання під час виконання виробничого завдання. *Діяльнісний складник* математичної компетентності виявляється у вмінні знаходити величини (площа, об’єм) фігур та їх елементів (довжина, ширина, висота), читанні креслень, побудові конструкцій та тісно пов’язана із

загальнопрофесійною компетентністю – оволодіння основами технічних креслень. Рефлексивний складник забезпечує спроможність майбутніх робітників знаходити зв'язок між математичними об'єктами та предметами професійної діяльності, створювати на основі креслень конструкцію/деталь, критично її критично її оцінювати і, як наслідок, удосконалювати.

Особистісний складник впливає на те, що випускники проявляють наполегливість до навчання, а у майбутньому і до роботи.

Підпорядкованість і взаємозв'язок компетентностей, що формують під час навчання у ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю, проілюстровано на рисунку 1.3.3.

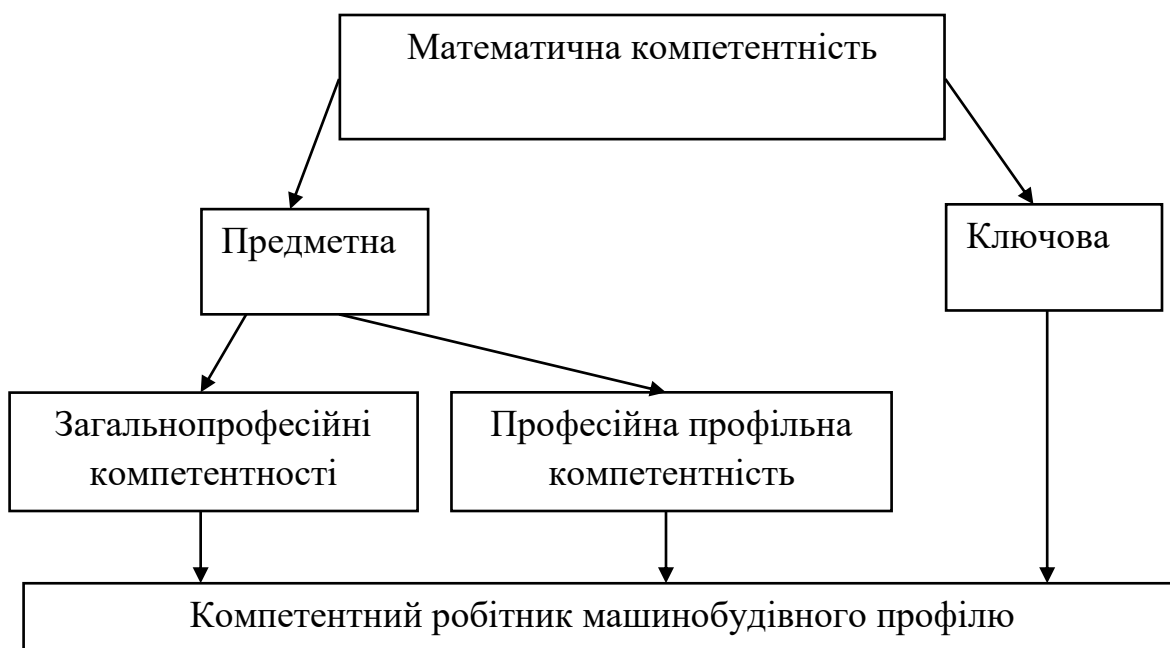


Рис. 1.3.3. Місце математичної компетентності в системі професійних компетентностей

На рисунку 1.3.1 зображено, що математична компетентність – ключова й предметна. Ключову математичну компетентність майбутні робітники здобувають у межах різних предметів та на різних етапах навчання (виробнича практика, робота в майстернях). Це одна з «цеглинок» у формуванні сучасного компетентного робітника, запотребованого на ринку праці. Математичну

компетентність як предметну учні опановують безпосередньо в ході вивчення математики, зокрема стереометрії. Рівень предметної математичної компетентності впливає на рівень загальнопрофесійних і професійних профільних компетентностей майбутніх робітників. Загальнопрофесійні та професійні профільні компетентності є твірними для успішної професійної реалізації робітників. Такий зв'язок дає змогу формувати кваліфікованого робітника машинобудівного профілю.

Для реалізації цього зв'язку майбутні робітники машинобудівного профілю мають використовувати математику під час розв'язування професійних і соціальних завдань, у ході навчання, зокрема стереометрії, створювати «місточки» для переходу від суто математичної задачі до компетентнісної, наприклад, професійного спрямування.

Для нашого дослідження вихідним положенням є положення, обґрунтоване в дослідженні Н.Тарасенкової [152] про те, що математична компетентність містить два рівні: фактологічний і праксеологічний. Фактологічний рівень математичної компетентності – це спроможність учнів діяти на основі отриманих знань у межах суто математичної ситуації. Практиологічний рівень математичної компетентності – це спроможність учнів діяти на основі отриманих знань у межах практичної ситуації. Якість праксеологічного рівня математичної компетентності залежить від достатньої сформованості фактологічного рівня математичної компетентності. Тобто застосування математичних знань, навичок і вмінь у практичних ситуаціях можливе лише тоді, коли ці знання, навички й уміння засвоєні хоча б на мінімально обов'язковому рівні. Дані твердження становлять основу нашого дослідження та детальніше будуть використані у п. 2.1, 2.3.

Отже, достатньо сформований в учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю фактологічний рівень математичної компетентності під час поступового переходу від теоретичних знань до практичного застосування

вможливорює достатньо сформований праксеологічний рівень математичної компетентності, який слугує місточком для формування зальнопрофесійних і професійної профільної компетентностей майбутніх робітників машинобудівного профілю. У контексті дослідження необхідно звернутися до з'ясування психолого-педагогічних основ навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю.

1.4. Психолого-педагогічні основи навчання стереометрії у ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю

Аналізуючи проблематику формування математичної компетентності учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю у процесі навчання стереометрії, вважаємо за доцільне звернутися до напрацювань науковців, що розкривають ставлення учнів до навчання, темперамент та навчальні стилі учнів ЗП(ПТ)О.

Для нашої роботи слухним є виділені А. Марковою [69] типи ставлення учнів до навчання:

- негативне ставлення;
- байдуже ставлення;
- позитивне аморфне ставлення;
- позитивне пізнавальне, усвідомлене ставлення;
- позитивне відповідальне, особистісне ставлення.

За А. Марковою [69], для негативного ставлення учнів до навчання є характерними: бідність і вузькість мотивів; пізнавальні мотиви вичерпує інтерес до результату; несформовані вміння ставити цілі, долати труднощі; навчальну діяльність не сформовано; відсутнє вміння виконувати дію за розгорнутою інструкцією дорослого; відсутня орієнтація на пошук різних способів дії.

За позитивного (аморфного) ставлення учнів до навчання у мотивації спостерігаємо нестійке переживання новизни, допитливості, спонтанного інтересу; виникнення переваг одних навчальних предметів над іншими; широкі соціальні мотиви обов'язку; розуміння та первинне осмислення цілей, визначених учителем.

За позитивного (пізнавального) ставлення учнів до навчання мотивацію характеризують постановка нових цілей, народження нових мотивів, осмислення співвідношення своїх мотивів і цілей. Навчальна діяльність містить не тільки відтворення за зразками педагога завдань, способів дій, але й виникнення самостійно визначених цілей, а також виконання дій із власної ініціативи. Відбувається опанування умінь планувати й оцінювати свою навчальну діяльність для її здійснення, перевіряти та контролювати себе на кожному етапі уроку.

За позитивного (особистісного, відповідального) ставлення учня до навчання мотивацію характеризують стійкість і неповторність мотиваційної сфери, уміння ставити перспективні, нестандартні цілі та реалізовувати їх, уміння долати перешкоди задля досягнення мети. У навчальній діяльності спостерігаємо пошук нестандартних способів виконання навчального завдання, гнучкість і мобільність способів дій, опанування навчальних дій та вмінь до рівня навичок і звичок культури праці, вихід із навчальної діяльності до самоосвітньої, перехід до творчої діяльності.

Дані висновки є важливою теоретичною основою для розробленої нами методики навчання стереометрії і будуть відображені у показниках математичної компетентності.

1.4.1. Темперамент учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю. До ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю на базі базової середньої освіти вступають учні з різними навчальними досягненнями. Різниця в навчальній діяльності, що зберігається навіть у разі постійних ситуаційних змін, засвідчує, що невдача чи успіх учнів залежать не тільки від обставин, а й від індивідуальних особливостей особистостей. Г. Костюк [19] зазначав, що в цьому віці (15-16 років) найбільше виявляються основні риси характеру особистості, динамічним аспектом якого є темперамент.

За І. Павловим [110], поняття «темперамент» віддзеркалює індивідуально-типологічну характеристику людини й вищих тварин, що виявляється в силі,

напруженості, швидкості та зрівноваженості перебігу їхніх психічних процесів. Першому сильному типові відповідає сангвінічний темперамент. Сангвінік – це цілеспрямована людина, для якої характерне самовладання, постійний потяг до руху в майбутнє, він не відкладає справи на потім, «поспішає жити» і завжди готова долати труднощі. Другому сильному типові відповідає холеричний темперамент. Холерик – це неврівноважена, нестримана людина; вона працює натхненно тоді, коли не має особливих перешкод. Третій сильний тип корелює з флегматичним темпераментом. Флегматик – це людина з сильною, але інертною нервовою системою, вона не поспішає жити, часу в неї достатньо, живе більше минулим, ніж майбутнім. Четвертий (слабкий) тип пов'язаний із меланхолічним темпераментом. Меланхолік – людина з високою чутливістю, емоційною вразливістю, навіть сльозливістю, вона може підпорядковуватися чужій волі, оскільки невпевнена в собі.

А. Дюкворд [213] використовує темперамент для позначення індивідуальних відмінностей у поведінці, почуттях і мисленні, які є порівняно стійкими протягом часу та ситуації. До темпераменту Л. Виготський [22] зараховує особливості складу всіх природжених і спадкових реакцій, спадкову конституцію людини. На його думку, темперамент – це сфера особистості, що виявляється в інстинктивних, емоційних і рефлексорних реакціях людини. Учений виокремлює основні характеристики темпераменту: тілесна виразність, характер і темп рухів.

Б. Матіс, Дж. Коттон [229] уклали характеристики чотирьох темпераментів учнів. Сангвініки товариські й харизматичні, схильні насолоджуватися соціумом, заводити нових друзів. Вони, зазвичай, досить креативні й часто мріють, також можуть бути чуйними, співчутливими та вдумливими. Представники цього типу самостійно працюють над виконанням завдань протягом часу, хронічно запізнюються, переважно забудькуваті. Часто, коли працюють із новим завданням, втрачають інтерес, як тільки завдання

перестає їх цікавити. Вони балакучі й не сором'язливі, упевнені в правильності своїх дій.

Холерики – принципово амбітні лідери, у них багато агресії, енергії та / або пристрасті, вони намагаються прищепити це іншим, можуть домінувати над людьми інших темпераментів, особливо над флегматиками. Їм подобається керувати всім, однак холерики мають тенденцію бути або сильно неорганізованими, або мегаорганізованими. Вони не вміють налагоджувати стосунки, лише шукають крайніх, дуже схильні до перепадів настрою.

Меланхоліки – принципові інтроверти. Меланхоліків часто сприймають як тих, хто надмірно розмірковує, та розважливих, переймаючись, що вони не встигають за подіями в класі. Меланхоліки можуть бути дуже креативними в таких діях, як поезія та мистецтво. Часто вони є перфекціоністами, самостійними та незалежними. Один негативний бік меланхоліка полягає в тому, що вони можуть настільки зануритися в те, що роблять, що забувають про все навколо.

Флегматики принципово розслаблені та спокійні, можуть демонструвати як теплу увагу, так і ліниво-мляву. Зазвичай, задоволені собою, добрі, відкриті й ласкаві, можуть бути сором'язливими, нерідко надають перевагу стійкості до невизначеності та змін. Це послідовні, невимушені, спокійні, раціональні, допитливі та спостережливі особистості, гарні адміністратори. Водночас вони можуть бути пасивно-агресивними.

Досліджуючи проблему оптимізації умов навчальної діяльності, В. Козаков [52] дійшов висновку, згідно з яким варто:

- перед *сангвініком* щоразу ставити нові, якомога цікавіші завдання, що вимагають зосередженості й напруження; постійно залучати його до активної діяльності, систематично скеровувати зусилля;
- контролювати діяльність *холерика* частіше; із ним недопустимо поводитися різко й нестримно, оскільки це може спричинити негативну

- реакцію; водночас будь-який негативний вчинок має бути вимогливо та справедливо засуджений; стосовно холерика негативне оцінювання рекомендовано застосовувати в дуже енергійній формі та настільки часто, наскільки це потрібно для поліпшення роботи й навчання;
- у роботі з *меланхоліком* уникати різкості, грубості, підвищеного тону, іронії; про його вчинок, провину краще поговорити наодинці; для меланхоліка вкрай необхідно виявляти особливу увагу, вчасно оцінювати успіхи, демонструвати рішучість і волю; негативні коментарі потрібно використовувати з великим застереженням, пом'якшуючи негативні дії;
 - *флегматика* залучати до активної діяльності й зацікавлювати його; демонструвати систематичну увагу, недопустимо постійно змінювати завдання з одного на інше.

Дані висновки є важливою теоретичною основою для розробленої нами методики навчання стереометрії і будуть відображені у п 2.3.

Отже, з'ясування темпераменту учня полегшує пошук підходу до нього, допомагає розвивати сильні сторони на уроках зі стереометрії, удосконалювати математичну компетентність.

1.4.2. Стилi навчання учнів ЗП(ПТ)О. Учні ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю – майже сформовані особистості, у кожного з них протягом років навчання в закладі загальної середньої освіти виробився власний стиль навчання. Розуміння сформованого типу стилю навчання учня дає змогу викладачеві проектувати уроки так, щоб вони однаково добре сприймалися та засвоювалися всіма учнями. Усвідомлення власного стилю навчання допомагає учням у засвоєнні предметів загальноосвітньої чи професійно-теоретичної підготовки, завдяки розробленню стратегії поведінки відповідно до своїх

переваг. Наголосимо на необхідності брати до уваги стилі навчання учнів під час організації навчального процесу зі стереометрії.

Л. Каррі [210] під стилем навчання розуміє характерну когнітивну, дієву та психосоціальну поведінку, яка слугує порівняно стійким показником того, як учні сприймають, взаємодіють і реагують на навчальне середовище.

С. Бредлі [211] виокремив сім стилів навчання:

1) візуальний – учні найкраще вчаться за допомогою малюнків, зображень, уявних образів і просторового уявлення;

2) аудіальний – учні вчаться найкраще за допомогою звуків і музики;

3) вербальний – учні краще вчаться за допомогою слів, викладених в усній або в письмовій формі;

4) кінестетичний – учні вчаться краще за допомогою власного досвіду та практики, керуючись у процесі пізнання своїми відчуттями від безпосереднього контакту та взаємодії;

5) математичний стиль – для таких учнів найважливіші логіка, аргументація й міркування;

6) соціальний стиль – такі учні найкраще засвоюють матеріал у процесі групової взаємодії;

7) відокремлений стиль – учні вчаться найкраще наодинці, самостійно.

У 1984 р. Д. Колб [225] опублікував свою модель емпіричного навчання. Теорія емпіричного навчання працює на двох рівнях: чотирьохетапний цикл навчання та чотири окремі стилі навчання. У моделі експериментального навчання учень / учениця «дотикаються до всіх засад» (рис. 1.4.2).

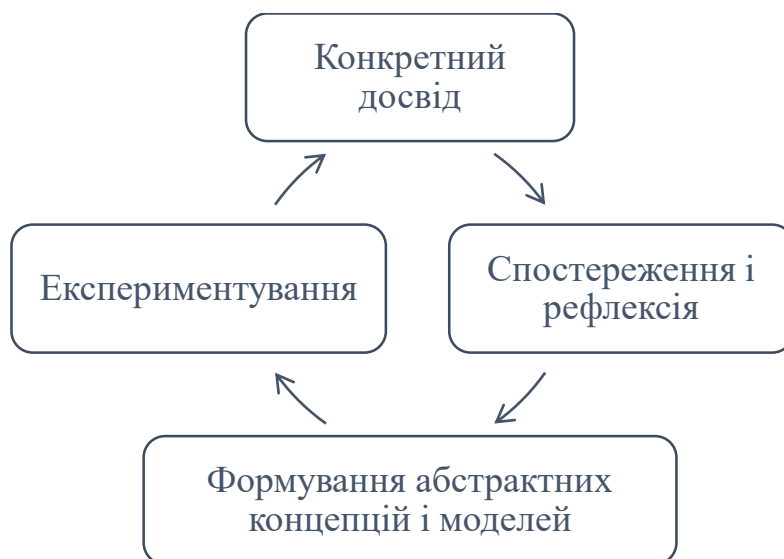


Рис.1.4.2. Модель навчання Д. Колба [225]

Конкретний досвід – новий досвід чи ситуація, що постає перед учнями, або переосмислення наявного досвіду. Спостереження й рефлексія (нового досвіду) – особливе значення мають будь-які невідповідності між досвідом та розумінням.

Формування абстрактних концепцій і моделей – рефлексія породжує нову ідею або модифікацію наявної абстрактної концепції (учень / учениця засвоїли уроки зі свого досвіду), учні застосовують свої ідеї до навколишнього світу, щоб побачити, що відбувається.

Д. Колб наголошує [226], що ефективним виявляється навчання, коли кожен учень проходить чотири етапи: учень має конкретний досвід; потім спостерігає та роздумує над цим досвідом; це призводить до формування абстрактних понять (аналізу) та узагальнення (висновки), які потім використовують для перевірки гіпотези в майбутніх ситуаціях, унаслідок чого з'являється новий досвід. Учений наголошує, що ефективним навчання буде лише тоді, коли учні можуть виконувати всі чотири етапи моделі. Тому жоден етап не може бути ефективним як самостійна одиниця.

Теорія навчання Д. Колба окреслює чотири різні стилі навчання, які базовані на чотирьох етапах навчання (рис. 1.4.2). На доміантний стиль навчання впливають різні фактори, наприклад, соціальне середовище, навчальний досвід або базова когнітивна структура особистості. Що б не впливало на вибір стилю навчання учнів, домінування певного стилю навчання, на думку Д. Колба, є продуктом двох пар змінних або двох окремих «вибору», який роблять учні. Ці пари вчений представив у вигляді двох осей, кожна з яких містить протилежну позицію одна до одної на кінцях, зокрема: вісь «схід – захід» із назвою «Processing Continuum» (як учні обробляють нову інформацію) і вісь «північ – південь» із назвою «Perception Continuum» (як учні сприймають нову інформацію) (рис. 1.4.3).

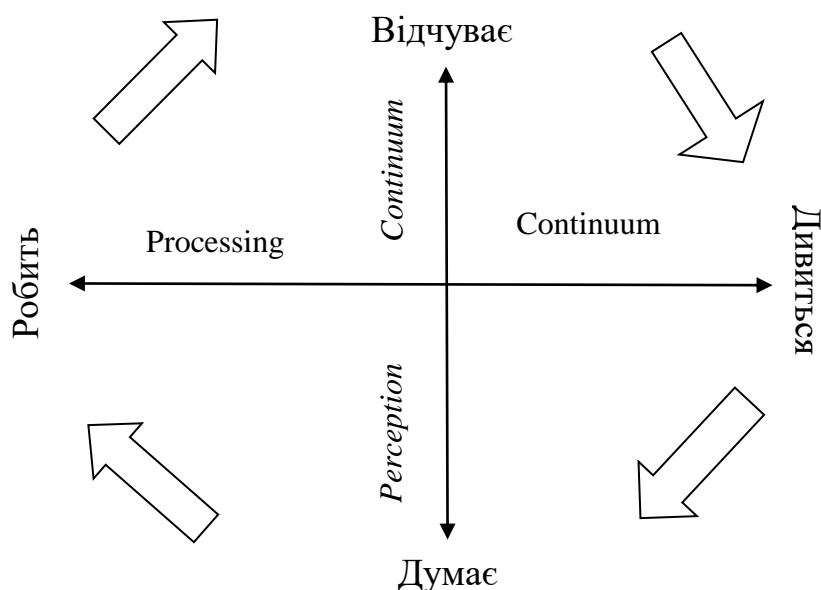


Рис. 1.4.3. Цикл навчання за Д. Колбом [226]

Учений вважає, що учні не можуть одночасно перебувати на одній осі. Стиль навчання є продуктом двох рішень щодо вибору. Кожен стиль навчання

комбінує бажаний вибір. Д. Колб описав [225] 4 стилі навчання: дивергентний (відчуває й дивиться), асимілятивний (думає та дивиться), конвергентний (робить і думає), акомодативний (відчуває й робить) (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Різновиди стилів навчання за Д. Колбом [218]

Позиція	Дивиться	Робить
Думає	Асимілятивний	Конвергентний
Відчуває	Дивергентний	Акомодативний

Схарактеризуємо ці стилі оскільки вони становлять інтерес у контексті нашого дослідження.

Дивергентний навчальний стиль поєднує конкретний досвід і рефлексивне спостереження. Дивергенти наділені багатою фантазією, здібностями уявляти та розвинутою інтуїцією; упорядковують інформацію через враження. З ентузіазмом ставляться до всього нового, конкретну ситуацію вивчають із різних перспектив, надаючи перевагу спостереженням, а не конкретним діям. Полюбляють відкрите середовище, орієнтоване на людей, де є час на роздуми, із такими учнями можна обговорювати складні завдання та генерувати велику кількість нових ідей. Сильна сторона – широта поглядів, здатність чітко усвідомлювати мету, продуктивно працювати в команді. Улюблене запитання «Чому це треба робити?».

Асимілятивний навчальний стиль синтезує рефлексивне спостереження та абстрактну концептуалізацію. Асимілятори легко перетворюють зібрану з першоджерел інформацію в теорії та схеми, полюбляють мати справу з абстрактними ідеями й моделями. Їм подобається все детально обміркувати перш, ніж зробити висновки. У дискусії уважно вислуховують опонентів, обов'язково висловлюють власні аргументи. Сильна сторона – прагнення бути незалежним, раціональність, здатність порівнювати різні думки й погляди,

використовувати факти в побудові логічних висновків. Улюблене запитання «Що робити?».

Конвергентний навчальний стиль передбачає абстрактну концептуалізацію та активне експериментування. Конвергенти прагнуть перевіряти ідеї й теорії на практиці, обмірковувати всі можливі варіанти. Вони легко запам'ятовують спеціальну інформацію, розв'язують проблеми поступово, крок за кроком, обов'язково знаходять оптимальне рішення найскладніших завдань. Здебільшого керуються діловими аргументами, мають організаторські здібності, зосереджуються на практичному виконанні завдань. Сильною стороною є здатність до системного аналізу й наукового передбачення. Улюблене запитання «Як робити?».

Акомодативний навчальний стиль поєднує активне експериментування та конкретний досвід. Акомодатори без роздумів беруться за справу, ініціативні й часом нетерплячі під час розв'язування конкретних проблем. Легко пристосовують свої вчинки до обставин, що швидко змінюються, наважуються ризикувати не лише на словах, а й у дії. Концентрують свої зусилля навколо здобуття знань, які можуть безпосередньо використовувати в щоденній роботі, шукають рішення методом спроб і помилок, досліджують те, що має практичну користь та значення. Сильною стороною є прагнення до відкриттів, уміння адаптуватися в складних ситуаціях і досягати успіху. Улюблене запитання «Навіщо робити?».

У п. 1.4.1 наголошено, що під час організації навчання стереометрії необхідно брати до уваги тип темпераменту (холерик, меланхолік, флегматик, сангвінік) – індивідуальну відмінність учня. Водночас доцільно зважати на стиль навчання (дивергентний, асимілятивний, конвергентний, акомодативний) – психосоціальну поведінку учня. Викладачі ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю, організовуючи навчання стереометрії, аналізують психофізіологічні

особливості учні та зміни, що відбуваються в їхньому інтелектуальному розвитку.

Стили навчання учнів ЗП(ПТ)О впливають на форми навчання стереометрії, тому ми вважаємо необхідним їх враховувати і будемо їх враховувати у п. 2.4.

Отже, аналіз усіх вимог уможливує побудову моделі компетентнісно орієнтованого навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю (п. 1.5).

1.5. Модель компетентнісно-орієнтованої методики навчання стереометрії у ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю

Вивчення й узагальнення досвіду математичної підготовки учнів у ЗП(ПТ)О засвідчує, що процес формування математичної компетентності вимагає чіткої організації навчання, а отже, більш удосконаленої системи викладання стереометрії.

Базу моделі компетентнісно-орієнтованої методики навчання стереометрії у ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю становлять теоретичні положення щодо педагогічного моделювання, представлені в роботах Ю. Бабанського [3], В. Безпалька [9], Є. Лодатка [66], Н. Тализіної [149] та ін. Створення моделей – важливий засіб перевірки істинності й повноти теоретичних положень. Моделлю в широкому значенні позначають уявний аналог частини дійсності, який здатний заміщувати її під час дослідження.

Моделювання як метод наукового пізнання, на думку Ю. Бабанського [3], допомагає систематизувати знання про досліджуване явище або процес, окреслити шляхи їх більш цілісного опису, виявляє зв'язки між компонентами, відкриває можливості для створення більш цілісних класифікацій. Створюючи

модель, ми взяли до уваги основні принципи моделювання, а саме: цілісність, наочність, визначеність, об'єктивність.

Педагогічна модель (за Є. Лодатком) – уявна система, яка імітує або відображає певні властивості, ознаки, характеристики об'єкта дослідження, принципи його внутрішньої організації або функціонування, представлена у вигляді культурної форми, властивої певній соціокультурній практиці [66]. Учений також виокремив три базові типи педагогічних моделей: змістову, структурну й функціональну. У дослідженні вибрано структурний тип педагогічних моделей – тип моделей, для яких предметом моделювання є структура педагогічного об'єкта разом зі зв'язками, характерними для її складників. Така модель формує вичерпне уявлення про компонентний склад і характер зв'язків між окремими елементами системи, а також відображає рівні інформаційного впливу на суб'єкт навчального процесу.

Розроблення структурної моделі компетентісно орієнтованої методики навчання стереометрії (КОМНС) учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю, як і практична її реалізація, неможливі без окреслення вихідних методологічних підходів.

Теоретико-методичною основою побудованої нами моделі КОМНС учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю слугують загальнонаукові підходи (системний, комплексний, інтегративний), а також спеціальні наукові підходи, як-от: діяльнісний, компетентісний, контекстний, особистісно орієнтований.

Системний підхід (С. Архангельський [1], В. Безпалько [9], Л. Зоріна [46], Т. Ільїна [47], та ін.) уможливило формування математичної компетентності учнів ЗП(ПТ)О як цілісної системи компонентів та їхніх взаємозв'язків. Використання системного підходу в дослідженні дало змогу виявити специфіку математичної компетентності учнів ЗП(ПТ)О, її складники, критерії, рівні й показники сформованості в їхньому взаємозв'язку та взаємозумовленості.

Науковці трактують систему як множину елементів, що перебувають у взаємодії одне з одним й утворюють певну єдність, цілісність. С. Архангельський [1] зазначає, що педагогічна система – складне динамічне утворення, яке охоплює основні компоненти педагогічного процесу, його системотвірні фактори й умови функціонування. На думку В. Беспалька [9], педагогічною системою є складна сукупність елементів і зв'язків, що взаємодіють та допомагають впливати на перебіг педагогічного процесу, тобто управляти ним. Загалом, аналіз науково-педагогічної літератури дає змогу виокремити серед компонентів педагогічної системи цілі навчання, зміст навчання, засоби навчання, організаційні форми та методи навчання, суб'єктів навчання.

Комплексний підхід передбачає органічну єдність різних форм навчання, взаємозв'язку різних типів уроків, поєднання навчальних занять і практики [197]. Використання комплексного підходу в дослідженні вможливило поєднання навчального уроку з інтерактивними уроками, лабораторними уроками. Застосування комплексного підходу сприяє формуванню математичної компетентності учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю через органічний зв'язок навчальних занять та практики.

Інтегративний підхід синтезує компоненти змісту навчання всередині предметного й міжпредметного характеру, узагальнює їх на рівні понять, фактів, теорій, ідей, формування цілісної системи узагальнених знань, способів і видів діяльності [197]. Застосування інтегративного підходу вможливорює об'єднання компонентів КОМНС учнів ЗП(ПТ)О через виявлення й використання зв'язків у всіх компонентах системи, що зумовлює підвищення ефективності її функціонування. Використання інтегративного підходу в дослідженні послугувало підставою для опису взаємозв'язків між змістовим наповненням курсу стереометрії та професійно-теоретичних і професійно-практичних дисциплін у ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю.

У контексті дослідження варто наголосити на важливому значенні діяльнісного підходу (Л. Виготський [22] та ін.). У межах діяльнісного підходу формування математичної компетентності трактують як єдність видів діяльності суб'єктів освітнього процесу, що відбувається в освітньому середовищі ЗП(ПТ)О, а математичну компетентність майбутніх робітників машинобудівного профілю – як синтез мотивації, цінностей, знань, навичок, умінь, якостей, здатностей провадити математичну діяльність певного рівня.

Вихідним для цієї наукової розвідки є компетентнісний підхід. Використання компетентнісного підходу в проведеному дослідженні дало змогу сформулювати вимоги до постановки цілей і результатів навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю, описати математичну компетентність учнів, вибрати такі методи й форми організації навчальної діяльності учнів, що спрямовані на їхню активну пізнавальну діяльність і взаємодію.

Крім названих підходів, для формування математичної компетентності майбутніх робітників машинобудівного профілю важливе значення має контекстний підхід (А. Вербицький [17]). Це зумовлене тим, що загальноосвітня професійно-теоретична, професійно-практична підготовка у ЗП(ПТ)О зорієнтована на підготовку учнів до вибраної ними професійної діяльності. Використання контекстного підходу сприяє застосуванню фактологічного та праксеологічного рівнів математичної компетентності як провідної стратегії діяльнісного блоку, оскільки саме вони становлять місточки між теоретичними знаннями й практичним застосуванням у професійній і соціальній діяльності. Зазначимо, що реалізація контекстного підходу в процесі формування математичної компетентності вможливує наближення навчальної діяльності учнів до їхньої майбутньої професійної діяльності, надаючи їй особистісної значущості.

Значення особистісно орієнтованого підходу зумовлене тим, що його використання розвиває пізнавальні інтереси, потреби та мотивацію до навчання й професійної діяльності учнів. Використання цього підходу у формуванні математичної компетентності учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю уможливорює концентрацію уваги на особистості учня, створення для нього / неї можливостей розвивати математичну компетентність відповідно до своїх потреб та з огляду на тип темперамент і стиль навчання.

Отже, використання зазначених підходів сприяє аналізові формування математичної компетентності майбутніх робітників машинобудівного профілю з позиції цілісної системи компонентів у різноманітних зв'язках і вимірах. Кожен із наукових підходів по-своєму дає змогу виявити основні способи формування математичної компетентності майбутніх робітників машинобудівного профілю та розробити необхідну стратегію. З огляду на це доцільно виокремити блоки моделі формування математичної компетентності учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю: цільовий, змістовий, процесуальний, оцінювально-результатний.

Необхідно зазначити, що модель компетентісно орієнтованої методики навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю регульована принципами, які окреслюють послідовність математичної підготовки. В основу дослідження покладено класифікацію принципів, представлену А. Кузьмінським, Н. Тарасенковою, І. Акуленко [61]. Науковці виокремлюють принципи навчання: науковості, систематичності й послідовності, свідомості, активності та самостійності в навчанні, наочності, ґрунтовності, зв'язку навчання з практичною діяльністю, доступності та врахування індивідуальних особливостей тих, хто навчається, емоційності.

Принцип науковості полягає в широкому відображенні в навчальному курсі стереометрії ролі й значення сучасних досягнень науки, техніки та технології, доповненні навчального змісту науково достовірним теоретичним

матеріалом, який відображає сучасні досягнення науки і техніки в галузі машинобудування.

Принцип систематичності та послідовності регламентує, що формування математичної компетентності учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю має бути систематичним, послідовним процесом, де взято до уваги логіку курсу стереометрії й індивідуальні особливості учнів. Реалізація цього принципу передбачає, що формування математичної компетентності повинно базуватися на знаннях, навичках і вміннях, сформованих під час вивчення планіметрії в школі. Забезпечення цього принципу потребує заповнення прогалін у знаннях та вміннях учнів за курс планіметрії.

Принцип свідомості в процесі формування математичної компетентності учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю прогнозує створення умов для самостійної свідомої діяльності учнів під час вивчення стереометрії. Цього досягають завдяки усвідомленню ролі стереометрії та її застосуванню в майбутній професійній і соціальній діяльності.

Принцип активності й самостійності полягає у створенні умов для пізнавальної самостійності та творчої активності учнів у процесі вивчення стереометрії, що сприяють ефективному формуванню математичної компетентності в учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю. Важливе значення в дотриманні цього принципу належить мотивації навчальної діяльності учнів, яка має бути організована відповідно до особистих і професійних інтересів учнів.

Принцип наочності регулює активацію різних органів відчуття для ефективного формування математичної компетентності учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю. Його реалізують через використання різних засобів навчання: матеріальні, предметні, інтелектуальні, моторні, інформаційно-комунікаційні засоби навчання.

Принцип ґрунтовності прогнозує створення умов для тривалого й свідомого опанування математичної компетентності учнями ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю. Реалізації цього принципу сприяє використання різних видів пам'яті учнів у процесі формування математичної компетентності, оволодіння методами й прийомами індивідуальної та групової навчальної роботи, організація усвідомленого повторення вивченого раніше матеріалу.

Принцип зв'язку навчання з практичною діяльністю передбачає використання математичної компетентності учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю для розв'язання задач практичного характеру, виховання в них здатності помічати можливості застосування математичної компетентності в професійній та соціальній сферах життя.

Принцип доступності та врахування індивідуальних особливостей тих, хто навчається, полягає в тому, що формування математичної компетентності учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю доцільно проводити на підставі їхнього темпераменту й стилю навчання. Реалізація принципу вимагає застосування диференційованого навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю.

Принцип емоційності полягає в підвищенні ефективності процесу формування математичної компетентності в учнів через створення емоційного фону навчальної діяльності, заохочення учнів до вияву активності, планування ситуацій успіху. Утіленню цього принципу сприяє застосування інтерактивних форм організації навчальної діяльності учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю.

Специфічні принципи властиві тільки професійній (професійно-технічній) освіті, оскільки відображають особливості процесу. Важливого значення набуває принцип професійної спрямованості, який полягає в тому, що відбір змісту, методів, засобів і форм підготовки майбутніх робітників машинобудівного профілю для формування загальнопрофесійних та

професійних фахових компетентностей забезпечують через поєднання змісту стереометричного матеріалу зі змістом майбутньої професійної діяльності.

Принцип інтеграції й диференціації передбачає виявлення взаємозв'язку між математичним, загальнопрофесійним і професійним компонентами підготовки учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю, за збереження їхньої автономності й самостійності. Принцип інтеграції та диференціації вимагає як створення міжпредметного змісту освіти, що забезпечує цілісність вивчення змісту вибраної професії, так і врахування в змісті курсу стереометрії специфіки професійної діяльності.

Принцип технологічності регламентує таку організацію освітнього процесу, за якої вміння учнів мають бути інтегровані на кожному рівні навчання, від цільового компонента до результатів навчання. Утілення зазначеного принципу вимагає одержання міцних знань зі стереометрії та грамотного застосування безпосередньо на робочому місці.

Посутню роль у формуванні математичної компетентності майбутніх робітників машинобудівного профілю відіграє принцип поетапного керування навчальною діяльністю. У ході організації навчальної діяльності учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю на перших етапах навчання, під час формування нових знань, важливе значення має пряме керування (формування фактологічного рівня математичної компетентності). Надалі значущості набуває домінування непрямого керування навчальною діяльністю учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю, для якої характерні елементи творчості, перенесення знань і вмінь у нові ситуації (формування праксеологічного рівня математичної компетентності). Дидактичні умови непрямого керування такі: виокремлення етапів (математичне завдання, компетентнісно орієнтоване завдання, компетентнісне завдання), надання підказок, поступове підвищення рівня складності (проекти), рефлексія на кожному етапі.

Отже, у моделі КОМНС на процес навчання впливатимуть вибрані нами принципи: принцип науковості, принцип систематичності й послідовності, принцип свідомості, принцип активності та самостійності в навчанні, принцип наочності, принцип ґрунтовності, принцип зв'язку навчання з практичною діяльністю, принцип доступності та врахування індивідуальних особливостей тих, хто навчається, принцип емоційності, принцип професійної спрямованості, принцип інтеграції й диференціації, принцип технологічності та принцип поетапного управління навчальною діяльністю. Наголосимо, що всі описані принципи є взаємопов'язаними та взаємозалежними, ефективне формування математичної компетентності передбачає їх застосування як єдиної системи.

У руслі дослідження доцільно проаналізувати блоки моделі компетентісно орієнтованої методики навчання учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю: цільовий, змістовий, процесуальний, оцінювально-результатний.

Цільовий блок моделі компетентісно орієнтованої методики навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю охоплює мету й завдання формування математичної компетентності учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю. Відповідно до цього, мета формування математичної компетентності – підготовка майбутніх робітників машинобудівного профілю до виконання конкретних видів діяльності за вибраною професією (електрогазоварник, верстатник широкого профілю, токарь, коваль, слюсар з ремонту автомобілів) із використанням стереометрії, забезпечення конкурентоспроможності майбутніх робітників машинобудівного профілю на ринку праці. Ця мета аргументована соціальним замовленням, а також потребами майбутніх робітників.

Окрім соціального замовлення, що є вихідним для формулювання завдань навчання стереометрії й формування математичної компетентності майбутніх робітників машинобудівного профілю, мета зумовлена вимогами нормативних

документів – державного стандарту, освітньої програми з математики. У ході організації роботи з формування математичної компетентності майбутніх робітників машинобудівного профілю необхідно зважати на суб'єктивні потреби та інтереси учнів: можливість розвиватися професійно через розвиток математичної компетентності.

Аналіз структури математичної компетентності вможливив формування низки завдань математичної підготовки майбутніх робітників машинобудівного профілю:

- формування високої мотивації до математичної діяльності;
- опанування необхідних математичних знань, навичок й умінь зі стереометрії;
- набуття досвіду математичної діяльності зі стереометрії;
- розвиток уміння рефлексувати;
- розвиток готовності розв'язувати завдання в повсякденному житті та професійній діяльності, які пов'язані зі стереометрією.

Для нашої роботи актуальною є класифікація освітніх цілей Б. Блума [205], який розрізняє три рівні освітніх цілей:

1) когнітивний, що передбачає запам'ятовування й відтворення вивченого матеріалу, а також розв'язування проблем, у ході яких необхідно переосмислити наявні знання, побудувати їхні нові об'єднання, структури, створити нові знання; цілі групи представлені в навчальних програмах, підручниках та посібниках, у повсякденній навчальній практиці;

2) афективний, що формує емоційно-особистісне ставлення до навколишнього світу, такі цілі виражені через сприймання, інтерес, нахили, здібності, переживання почуттів, формування ставлення, його осмислення й вияв у діяльності;

3) психомоторний – охоплює певні види моторної (рухливої) маніпулятивної діяльності нервово-м'язової координації; це навички письма, мовні навички, фізичні та трудові навички.

У роботі акцентовано увагу на перших двох рівнях освітніх цілей. Цілі навчання на когнітивному рівні, за висловом Б. Блума, можуть бути виражені через такі елементи засвоєння: знання, розуміння, застосування, аналіз, синтез і оцінка. Однак учені Л. Андерсон і Д. Кратволь [202] дещо по-іншому тлумачать класифікацію Б. Блума, виокремлюючи когнітивні процеси й вимірювання рівня знань.

1. Пам'ятати – здатність відтворювати правильну інформацію з пам'яті: упізнавання, називання (пригадування).

2. Знати – здатність засвоювати навчальний матеріал чи досвід: інтерпретація (переклад з однієї знакової системи на іншу), наведення прикладів, підбиття підсумків, виявлення взаємозв'язків, порівняння, пояснювання.

3. Застосовувати – здатність діяти згідно з правилами: виконання за інструкцією, виконання за самостійно створеною інструкцією.

4. Аналізувати – здатність розділити (розбити) щось на частини, які не мають ознак цілого, та описати, як ці частини стосуються цілого: диференціювання (відрізнити одне від одного, розділити), упорядкування, атрибуція (з'ясування характерних ознак).

5. Оцінювати – здатність оцінювати, заснована на критеріях і стандартах: перевірка, контроль, критика, рецензування.

6. Створювати – здатність зібрати нове ціле з частин чи розпізнати компоненти нової структури: генерування, планування, вироблення, продукування.

Б. Блум та його учні запропонували розділити цілі навчання на афективному рівні за ієрархією:

1) отримання інформації – характеризує бажання (налаштованість) учня отримати необхідну інформацію (уважне вислуховування співрозмовника, чутливість до соціальних проблем тощо);

2) зворотна реакція – стосується активної участі учня в навчальному процесі (виявлення інтересу до предмета, бажання висловитися, зробити презентацію, участь у дискусіях, бажання пояснити та допомогти іншим);

3) ціннісна орієнтація – коливається в діапазоні від звичайного визнання певних цінностей до активної їх підтримки;

4) організація – стосується процесів, у яких перебувають учні, коли необхідно поєднати різні цінності, розв'язати конфлікти, засвоїти певну систему цінностей;

5) характеристика – на цьому рівні учень має сформовану систему цінностей, що маркує його послідовну та передбачувану поведінку.

Отже, цільовий блок моделі компетентнісно орієнтованої методики навчання стереометрії майбутніх робітників машинобудівного профілю охоплює мету та завдання організації навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю.

Змістовий блок моделі компетентнісно орієнтованої методики навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю передбачає конструювання змісту стереометричної підготовки та узгоджений, згідно з нормативними документами, із професійними потребами майбутніх робітників машинобудівного профілю, а також із вимогами єдності змістового й діяльнісного блоків навчання. Зміст освіти в цьому випадку становить систему стереометричних знань, навичок і вмінь, ставлень та досвіду математичної діяльності, оволодіння якими забезпечує всебічний розвиток учнів, формування світогляду, поведінки, підготовку до професійної діяльності.

У формуванні математичної компетентності змістовий компонент передбачає взаємозв'язок і взаємозбагачення між традиційним

стереометричним матеріалом, професійним матеріалом у галузі машинобудування, системою компетентнісно орієнтованих завдань та проектами, за тематикою, пов'язаною з вибраною професією.

Процесуальний блок моделі компетентнісно орієнтованої методики навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю охоплює педагогічно доцільні форми, методи й засоби навчання та керування цим процесом. Функцією цього компонента є побудова освітнього процесу відповідно до логіки змісту й поставлених завдань. Важливе значення мають засоби формування математичної компетентності майбутніх робітників машинобудівного профілю, зокрема інформаційно-комунікаційні засоби для формування мотивації, знань, навичок і вмінь, організації освітнього процесу, корегування результатів навчання.

У формуванні математичної компетентності процесуальний компонент регламентує форми навчання: за допомогою викладача (пряме керування навчальним процесом), індивідуальна та групова (непряме керування навчальним процесом); методи навчання: пасивні, активні (мейкерство, гейміфікація, метод проектів); засоби навчання: підручники, матеріали, інформаційно-комунікаційні засоби навчання (освітні веб-ресурси, онлайн-інструменти).

Оцінювально-результатний блок моделі компетентнісно орієнтованої методики навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю формує підстави для оцінювання досягнення запланованої мети, узгодженості змісту й ефективності процесу з вибраними засобами. Цей блок тісно пов'язаний із цільовим, оскільки формування математичної компетентності майбутніх робітників машинобудівного профілю становить мету й результат зазначеної моделі. Чітким є його зв'язок з іншими компонентами: результат навчання впливає на зміст курсу стереометрії. Від цього зв'язку залежить ефективність процесу та результативність усієї роботи з формування

математичної компетентності. Загалом, результат – провідний фактором для життєздатності системи, тобто ефективності всієї моделі компетентнісно орієнтованої методики навчання стереометрії майбутніх робітників машинобудівного профілю.

У формуванні математичної компетентності оцінювально-результатний компонент передбачає критерії, показники, засоби діагностики й рівні сформованості математичної компетентності учнів ЗПТО.

Результати наукової розвідки, вивчення структури математичної компетентності майбутніх робітників машинобудівного профілю засвідчують, що висновок про сформованість математичної компетентності варто робити на основі аналізу мотивації, математичних знань, навичок і вмінь, особистісних якостей. З огляду на це, для оцінювання рівня сформованості математичної компетентності майбутніх робітників машинобудівного профілю виокремлено критерії (мотиваційний, когнітивний, діяльнісний, рефлексивний), які стосуються аксеологічної, когнітивної, діяльнісної та рефлексивної сфер, що відповідає компонентному складу математичної компетентності майбутніх робітників машинобудівного профілю.

Мотиваційний критерій характеризує спрямованість майбутніх робітників машинобудівного профілю до математичної діяльності; їхню мотивацію до вивчення стереометрії.

Когнітивний критерій описує систему математичних знань, що необхідні для вибраної професійної діяльності (електрогазоварник, верстатник широкого профілю, слюсар з ремонту автомобілів) та соціальної діяльності.

Діяльнісний критерій відображає здатність застосовувати математичні знання, навички та вміння, які необхідні для вибраної професійної діяльності (електрогазоварник, верстатник широкого профілю, слюсар з ремонту автомобілів) та соціальної діяльності.

Рефлексивний критерій характеризує здатність до самоаналізу, виявлення та виправлення помилок, що необхідно для вибраної професійної діяльності (електрогазоварник, верстатник широкого профілю, слюсар з ремонту автомобілів) і соціальної діяльності.

Відповідно до обраних критеріїв, розроблено показники та способи діагностики сформованості математичної компетентності майбутніх робітників машинобудівного профілю (табл. 1.2).

Таблиця 1.2

Критерії, показники та способи діагностики сформованості математичної компетентності учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю

Критерії	Показники	Способи діагностики
Мотиваційний	Рівень мотивації	Анкетування учнів
Когнітивний	Рівень предметних знань і умінь (навчальних досягнень учнів)	Виконання контрольної роботи
Діяльнісний	Спроможність застосовувати набуті знання й уміння	Виконання проєкту
Рефлексивний	Стан розвитку рефлексії учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю	Анкетування учнів

За допомогою обраних критеріїв і показників визначено рівні сформованості математичної компетентності майбутніх робітників машинобудівного профілю, які є сукупностями характеристик, що диференційовано описують стан цієї компетентності в учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю.

Диференційовано чотири рівні сформованості математичної компетентності: низький, середній, достатній, високий (табл. 1.3).

Таблиця 1.3

**Рівні сформованості математичної компетентності учнів ЗП(ПТ)О
машинобудівного профілю**

Рівень	Характеристика рівня
Низький	Вибірковий інтерес до вивчення тем стереометрії; відтворення незначної частини навчального матеріалу; неспроможність використовувати математичні знання, навички й уміння для розв'язання компетентнісно орієнтованих завдань; неспроможність знаходити помилки під час розв'язання задачі; неспроможність до самоаналізу та самооцінювання
Середній	Вияв пізнавального інтересу до вивчення тем стереометрії, що має тимчасовий характер; відтворення основного навчального матеріалу, але з неточностями; застосування математичних знань, навичок і вмінь лише під час виконання завдань за зразком; учень рідко усвідомлює та оцінює власні досягнення, недоліки в навчальній діяльності; рідко виявляє схильність до самоаналізу та самооцінювання
Достатній	Учень усвідомлює потребу у вивченні тем стереометрії; володіє навчальним матеріалом; застосовує знання, навички та вміння до розв'язування компетентнісно орієнтованих завдань, але з неточностями; не завжди адекватно усвідомлює та оцінює власні досягнення чи недоліки в навчально-пізнавальній діяльності
Високий	Усвідомлює внутрішню потребу у вивченні стереометрії; має системні, міцні знання, навички та вміння усвідомлено використовує їх у стандартних та нестандартних ситуаціях; наявна сформована самооцінка, самоаналіз та спроможність знаходити помилки в процесі застосування математичних знань, навичок і вмінь під час розв'язування задач

На рис. 1.5 представлено модель компетентнісно орієнтованої методики навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю. На вході – учні ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю з індивідуальним типом темпераменту та стилем навчання. На процес навчання стереометрії впливають методологічні підходи та принципи навчання, які вибрані викладачем / учителем.

Запропонована модель компетентнісно орієнтованого навчання стереометрії дає змогу перебудувати процес навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю згідно з потребами суспільства щодо компетентних робітників машинобудівного профілю нового типу.

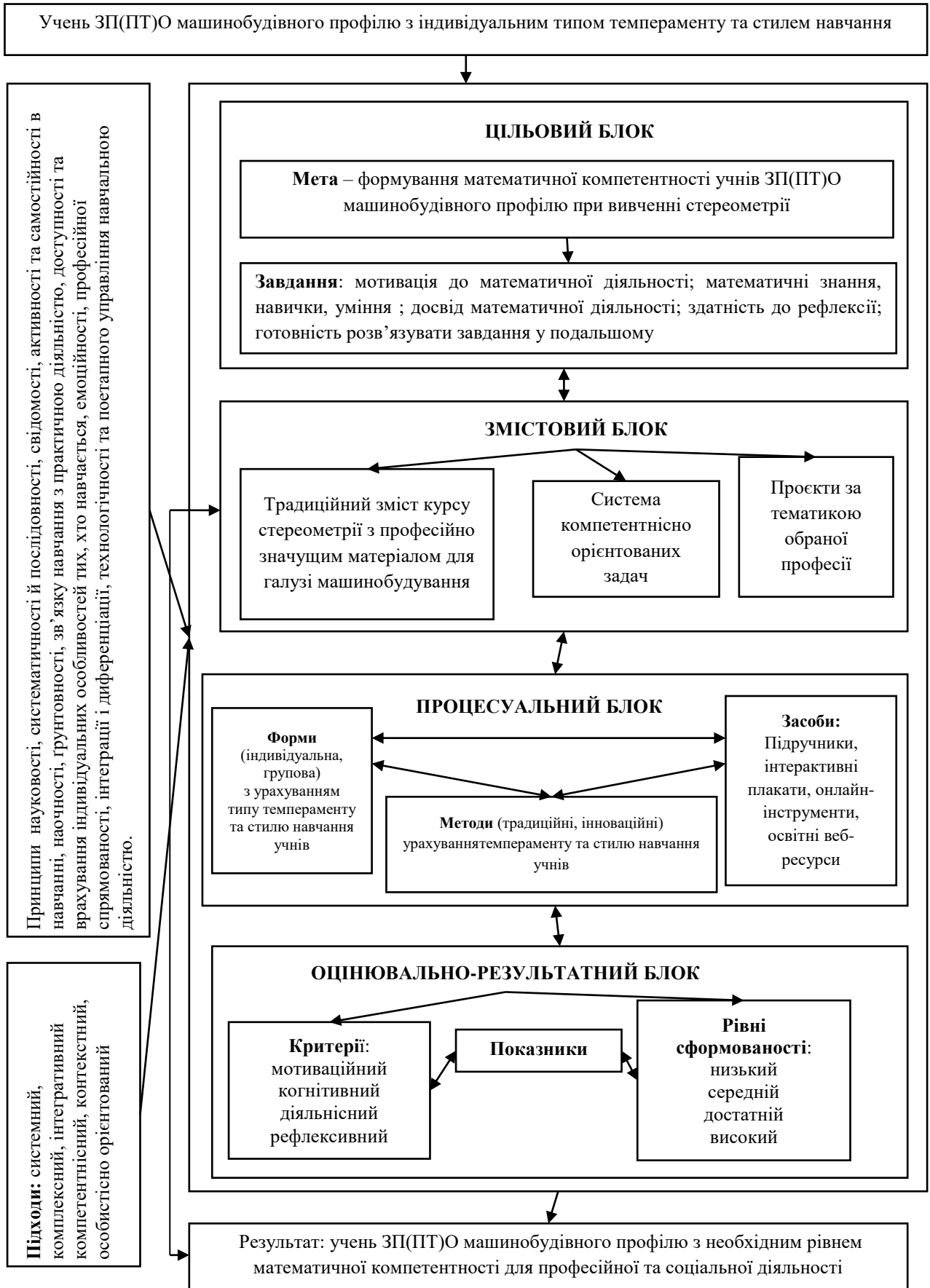


Рис. 1.5.1. Модель компетентнісно орієнтованої методики навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю

Висновки до розділу 1

1. Аналіз історії розвитку професійної (професійно-технічної) освіти України засвідчив, що професійно-технічна освіта становить осередок формування робочого класу для розвитку економіки України. Революційні події в державі, фокусування уваги на західному досвіді навчання й викладання зумовили зміну освітньої парадигми – зі знаннєвої на компетентнісну. Компетентнісний підхід у навчанні стереометрії учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю вможлиблює побудову чіткої системи навчання, унаслідок чого формується предметна та ключова математична компетентність.

2. Унаслідок опрацювання сучасного стану навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О, зокрема машинобудівного профілю, підсумовано, що учні вступають до таких закладів із досить низьким рівнем геометричних знань, не можуть опанувати курс стереометрії повною мірою, не достатньо можуть реалізуватися в професії та життєвому середовищі. Важливою проблемою, що вимагає наукового осмислення й нагального розв'язання, є результат стереометричної підготовки учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю в компетентнісному вимірі.

3. Предметна математична компетентність учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю – набута характеристика особистості, яка: 1) поєднує в собі цінності, мотиви, математичні знання, навички, уміння, особистісні якості; 2) проявляється у готовності і здатності розв'язувати професійні завдання, у розумінні учнем суті методу математичного моделювання та спроможності його застосовувати принаймні на прематематичному рівні у

фаховій діяльності. Виокремлено такі складники математичної компетентності: аксіологічний, когнітивний, діяльнісний, рефлексивний та особистісний.

4. На підставі аналізу психолого-педагогічної літератури з'ясовано, що вдосконалення стереометричної підготовки учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю через формування в них математичної компетентності має відбуватися з огляду на типи темпераменту учнів ЗП(ПТ)О та стилі навчання учнів ЗП(ПТ)О.

5. Розроблено модель методики компетентнісно орієнтованого навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю. Зовнішню структуру моделі становлять: 1) принципи – науковості, систематичності й послідовності, свідомості, активності та самостійності в навчанні, наочності, ґрунтовності, зв'язку навчання з практичною діяльністю, доступності й урахування індивідуальних особливостей тих, хто навчається, емоційності, професійної спрямованості, інтеграції та диференціації, технологічності й поетапного управління навчальною діяльністю; 2) підходи – комплексний, системний, інтегративний, компетентнісний, особистісно орієнтований, контекстний. Внутрішню структуру відображають чотири основні блоки – цільовий, змістовий, процесуальний, оцінювально-результатний.

РОЗДІЛ II

МЕТОДИКА ОРГАНІЗАЦІЇ ВИВЧЕННЯ СТЕРЕОМЕТРІЇ В ЗАКЛАДАХ ПРОФЕСІЙНОЇ (ПРОФЕСІЙНО-ТЕХНІЧНОЇ) ОСВІТИ МАШИНОБУДІВНОГО ПРОФІЛЮ

2.1. Мета й завдання навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О в умовах компетенізації освіти

Орієнтуючись на соціальне замовлення держави та нормативні документи, убачаємо мету навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю у формуванні такого рівня математичної компетентності майбутніх робітників машинобудівного профілю, який є достатнім для реалізації в професійній та соціальних сферах життя. Компетенізація освіти – це місток, що поєднує заклад професійної (професійно-технічної) освіти з реальним життям і тими потребами, які ставить перед робітником машинобудівного профілю життя, здатний забезпечити професійний успіх у суспільстві. Задовольнити потреби робітників машинобудівного профілю в професійному та соціальному житті за допомогою стереометрії можливо тоді, коли учні розуміють, навіщо їм знання зі стереометрії, практикують уміння застосовувати їх, мають позитивне ставлення (цінують, можуть, прагнуть, люблять, не бояться помилятися) до предмета.

Поставлену мету навчання стереометрії доцільно конкретизувати в програмі навчального предмета та поурочно-тематичному плануванні, де мета уроку як заздалегідь запрограмований викладачем результат має бути досягнута наприкінці уроку. Для цього необхідно окреслити цілі навчання стереометрії.

В умовах компетенізації освіти цілі навчання стереометрії полягають у тому, щоб задовольнити потреби учнів (на підставі сенситивних особливостей учнів), які вибрали професії машинобудівного профілю. На реалізацію цілей

навчання стереометрії спрямовані обов'язкові результати навчання. За рекомендаціями Національної академії педагогічних наук, що розроблені спільно з МОН України [73], опис обов'язкових результатів компетентнісно орієнтованого навчання стереометрії майбутніх робітників машинобудівного профілю доречно проводити, використовуючи дієслова дії.

Стратегічні цілі навчання стереометрії – це формування фактологічного та праксеологічного рівнів математичної компетентності. Тактичні цілі навчання стереометрії – формування аксіологічного, когнітивного, діяльнісного, рефлексивного й особистісного складників математичної компетентності.

Теоретичною основою дослідження послуговували праці М. Бурди [30], О. Глобіна [28], Н. Глузман [31], Д. Васильєвої [13], Н. Тарасенкової [152], Я. Черненко [197]. Із позицій компетентнісного підходу мета вивчення стереометрії полягає у формуванні в майбутніх робітників машинобудівного профілю знань про природу стереометрії, основи якої презентує курс стереометрії, її методи, пізнавальні можливості, а також потреби й уміння майбутніх робітників машинобудівного профілю звертатися до стереометричних знань під час розв'язування професійних і соціальних проблем. За умов такого підходу стратегічні ц тактичні цілі навчання кожної теми стереометрії доцільно реалізувати через конкретні результати навчання, які учні можуть продемонструвати.

Аксіологічний складник математичної компетентності та його формування як тактична мета передбачають результати навчання, а саме: усвідомлення учнями потреби у вивченні стереометрії для кращого засвоєння дисциплін загальнопрофесійної та професійної підготовки, як наслідок, у подальшому для здобуття статусу кваліфікованого робітника та заробляння коштів цим на життя. Усвідомлена потреба в математичних знаннях стає фундаментом формування в учнів мотивації до навчальної математичної діяльності. На мотиваційному етапі учні повинні усвідомити, чому й для чого їм

необхідно засвоїти навчальний матеріал, що потрібно опанувати, яким є їхнє основне навчальне завдання. У плані організації продуктивної навчальної діяльності учнів на цьому етапі варто поставити низку запитань: «Які асоціації виникають із темою, що починаємо вивчати?»; «Що ви вже знаєте про тему, яку будемо вивчати?»; «Що ви чекаєте від теми, яку вивчатимемо?»; «Чого ви прагнете навчитися в межах нової теми?»; «Які засоби навчання будете використовувати під час навчання?»; «Який вид контролю Ви вважаєте доцільним наприкінці вивченої теми?».

Такі запитання викладачеві доцільно запропонувати учням перед початком опанування теми чи після першого уроку з нової теми у вигляді онлайн-анкетування. На основі зібраної інформації викладач може самостійно корегувати зміст навчального матеріалу протягом часу, запланованого для засвоєння теми, разом з учнями вибирати засоби навчання, вид контролю. Тут учні стають суб'єктами навчальної діяльності, які впливають на власний процес навчання, що в умовах компетенізації є важливим складником процесу навчання.

Когнітивний складник математичної компетентності та його формування як тактична мета прогнозують засвоєння стереометричних понять, аксіом, теорем: розуміння математичної картини світу. Результатом навчання стають знання про аксіоми стереометрії; паралельність і перпендикулярність прямих та площин у просторі; паралельне й ортогональне проектування; вимірювання кутів і відстаней у просторі; многогранники та тіла обертання, їх перерізи; знаходження площ поверхонь та об'ємів геометричних тіл; координати й вектори в просторі. Для успішної реалізації мети викладачеві необхідно постійно демонструвати майбутнім робітникам машинобудівного профілю зв'язок знань зі знаннями зі спецтехнологій, виробничої практики, повсякденного життя. Це необхідно робити для того, щоб, по-перше, мотивувати учнів до навчання; по-друге, довести, що вивчення стереометрії не

відокремлене від засвоєння інших предметів (треба вчити, бо так сказали), а безпосередньо взаємопов'язане з вибраною професією й повсякденним життям для кращого бачення повноти картини фаху та світу.

Діяльнісний складник математичної компетентності та його формування як тактична мета ґрунтовані на успішній реалізації когнітивного складника математичної компетентності, на основі чого виконують певні теоретичні й практичні дії. До результатів навчання належать: розв'язування завдань, створення моделей предметів, заміри елементів геометричних тіл й обчислення площ поверхонь та об'ємів геометричних тіл, знаходження кутів і відстаней, проектна робота. Важливою стратегічною метою навчання є формування фактологічного та праксеологічного рівнів математичної компетентності, тобто поступовий перехід від застосування учнями знань у межах математичної ситуації до використання знань у межах практичної ситуації, пов'язаної з вибраною професією чи з соціальним життям. Для успішної реалізації стратегічних і тактичної мети навчання стереометрії викладачеві доцільно коректно вибирати завдання й задачі, які повністю реалізують потреби учнів у розв'язанні суто математичних завдань. Учні поступово переходять до розв'язування компетентнісно-орієнтованих і компетентнісних завдань, а потім до проектів.

Рефлексивний складник математичної компетентності та його формування як тактична мета передбачають, з одного боку, те, що учні вчаться рефлексувати й усвідомлювати результати своєї діяльності, обґрунтовувати твердження щодо правильності та доцільності розв'язування завдання таким способом, а не іншим. З іншого боку, учні починають розуміти цінність навчального матеріалу в повсякденному житті та вибраній професії. Для реалізації поставленої тактичної мети викладачеві доцільно поступово вводити методи рефлексії, щоб майбутні робітники машинобудівного профілю

поступово вчилися рефлексувати й поступово усвідомлювали, якою траєкторією навчання треба рухатися.

Особистісний складник математичної компетентності та її формування як тактична мета передбачають розвиток особистих якостей учнів: цілеспрямованість, наполегливість, вміння слухати, відповідальність, завзятість та ін. У ході реалізації поставленої тактичної мети викладачеві доцільно зважати на сенситивні особливості майбутніх робітників машинобудівного профілю, їхній темперамент.

Нижче подано приклад розроблення цілей навчання до навчальної теми стереометрії «Паралельність прямої і площини. Паралельність площин» (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Цілі навчання до теми «Паралельність прямої та площини. Паралельність площин» для учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю

№	Зміст навчальної теми	Очікувані результати навчання				
		Аксіологічний	Когнітивний	Діяльнісний	Рефлексивний	Особистісний
1.	Взаємне розміщення прямої та площини.	<i>Виявляє</i> інтерес до вивчення теми, бажання ставити запитання.	<i>Знає та розуміє</i> означення прямої паралельної площини, ознаки прямої паралельної площини, властивості прямої	<i>Класифікує</i> взаємне розміщення прямих і площин, площин у просторі за кількістю спільних точок. <i>Визначає</i> взаємне розміщення прямих і площин у	<i>Обґрунтовує</i> судження щодо правильності розв'язування завдань. <i>Оцінює</i> побудоване зображення фігури. <i>Усвідомлює</i> відношення паралельності між прямими й площинами	<i>Сприймає</i> розповідь викладача, однокласників. <i>Визнає</i> власну відповідальність за результат своєї та спільної роботи. <i>Демонст-</i>
2.	Паралельність прямої і площини.					
3.	Розв'язування задач.					
4.	Розв'язування задач. Самостійна робота.					
5.	Взаємне розміщення двох площин.					

	Паралельність площин.		паралельної площини, означення площини, ознаки паралельності площин, властивості паралельності площин, означення паралельного проектування, властивості паралельного проектування.	просторі, зокрема паралельність прямих, прямої та площини, двох площин, мимобіжність прямих. <i>Застосовує</i> відношення паралельності між площинами в просторі до опису відношень між об'єктами навколишнього світу; поняття та властивості паралельного проектування до побудови зображення фігур у зошиті. <i>Зображає</i> в зошиті просторові фігури через	в просторі до опису відношень між об'єктами навколишнього світу. <i>Виявляє зв'язок між зображенням фігури за паралельного проектування та дисциплінами професійної підготовки.</i>	<i>рує</i> готовність до роботи.
6.	Властивості паралельних площин.					
7.	Розв'язування задач.					
8.	Розв'язування задач. Самостійна робота.					
9.	Паралельне проектування та його властивості.					
10.	Зображення фігур у стереометрії.					
11.	Розв'язування задач.					
12.	Контрольна робота.					
13.	Аналіз контрольної роботи.					

				паралельне проектування.		
--	--	--	--	--------------------------	--	--

Згідно з таблицею 2.1, тактичні цілі навчання реалізують через результати навчання у вигляді дієслів: виявляти, знати, розуміти, класифікувати, застосовувати, зображати, обґрунтовувати, оцінювати, усвідомлювати, сприймати, визнавати, демонструвати. Залежно від теми, дієслова можуть змінюватися, однак в умовах компетенізації освіти їх не уникнути через те, що результатом навчання (в умовах компетентнісного підходу) є знання, розуміння, уміння, цінності та інші якості учнів, що вони опановують та здатні продемонструвати після завершення вивчення теми.

Урок як основну форму організації навчання стереометрії доцільно модернізувати в умовах компетентнісного підходу. За умов такого підходу тема уроку зі стереометрії не обов'язково повинна бути безпосереднім повторенням позиції освітньої програми, вона може орієнтуватися на певний підхід до вивчення теми. Наприклад, формулювання теми уроку «Властивості паралельних площин» викладач / викладачка може замінити на уроці: «Чому стали досліджувати властивості паралельних площин?», або «Що треба знати про властивості паралельних площин?», або «Чому вивчають властивості паралельних площин?». У цьому випадку мета уроку зміщується із засвоєння певного обсягу інформації про паралельність площин на формування особистісного ставлення до вивчення паралельних площин і способів їх пізнання. Із погляду керування освітнім процесом варто окреслити кілька цілей уроку зі стереометрії, реалізація яких уможливить досягнення різних видів результатів, що мають педагогічну цінність.

Організація процесу навчання на уроці передовсім пов'язана з чітким формулюванням мети, а також з усвідомленням і прийняттям її учнями. Під час

проведення кожного уроку викладачеві потрібно проектувати триєдину мету уроку. В умовах компетенізації освіти триєдина мета уроку охоплює три аспекти: пізнавальний, виховний, розвивальний. Залежно від типу уроку, пізнавальний аспект регламентує те, що викладач / викладачка має надати учням знання з теми уроку, сприяти формуванню вмінь, забезпечити відпрацювання вмінь, систематизувати вивчений матеріал із теми, узагальнити відомості. Виховний аспект скеровує викладача / викладачку на пояснення необхідності, показ зв'язку між пропонованим матеріалом та іншими дисциплінами, професією, навколишнім світом, спонукання до почуттів. Розвивальний аспект: викладач / викладачка має допомогти усвідомити важливість порушеної теми, рівень навчальних досягнень та створити умови для розвитку учнів. З огляду на це, учитель повинен чітко формулювати до кожної теми уроку конкретні знання, уміння та розвивати ставлення.

Якщо підходити до уроку стереометрії як наноетапу розвитку здатності майбутніх робітників машинобудівного профілю самостійно розв'язувати завдання в професійному та соціальному житті, то можливі різні варіанти з'ясування місця учнів. Наприклад, занурення в завдання; теоретична підготовка до розв'язання завдання; оволодіння засобами розв'язання завдання; формування досвіду розв'язання завдань; рефлексія; окреслення перспектив у розвитку здатності самостійно розв'язувати проблему.

Відповідно до місця уроку в освітньому процесі, необхідно на конкретному етапі уроку схарактеризувати, які результати освітньої діяльності майбутніх робітників машинобудівного профілю найбільш доцільні. Після окреслення пріоритетного виду результату освітньої діяльності майбутніх робітників машинобудівного профілю можна відповісти на запитання, яку саме мету на певному етапі уроку потрібно ставити викладачеві: мотивувати, інформувати, вчити розв'язувати, діагностувати, корегувати. З огляду на праці Н. Глузман [31], цілі уроку варто формулювати в термінах суб'єктної позиції

учнів, які вчаться помічати проблему, ставити мету, вибирати способи її реалізації, аналізувати переваги й недоліки власної діяльності. Приклади цілей на уроці стереометрії: мотивувати учнів до вивчення нової інформації; вчити вибирати джерела знань; вчити систематизувати інформацію; вчити вибирати способи розв'язування задачі; вчити застосовувати знання в розв'язуванні як математичних, так і компетентнісно орієнтованих, компетентнісних задач; вчити прийомів рефлексії й самоконтролю.

На кожному уроці викладач має ставити і стратегічні, і тактичні цілі уроку. Стратегічна мета уроку: вчити учнів застосовувати отримані знання в межах математичної ситуації з поступовим переходом до їх застосування в практичній ситуації.

Тактична мета уроку полягає в тому, щоб змотивувати учнів (навести приклади необхідності вивчення теми уроку); подати основні поняття, формули, теореми з теми уроку (провести асоціації з професійно-практичними дисциплінами); разом з учнями вчитися застосовувати ці поняття, теореми, формули для розв'язання математичних задач, потім компетентнісно орієнтованих (важливе забезпечення стратегічної мети уроку); протягом уроку застосовувати методики рефлексії для розуміння викладачу / викладачці й учням того, як рухатися далі на уроці; упродовж уроку в організації навчального процесу зважати на особистісні якості учнів.

Нижче представлено приклад розроблення цілей навчання до уроку на тему «Призма. Пряма і правильна призма» для учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

**Цілі навчання до уроку на тему «Призма. Пряма і правильна призма»
для учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю**

Навчальна	Загальні результати навчання
-----------	------------------------------

мета	Аксіологічний	Когнітивний	Діяльнісний	Рефлексивний	Особистісний
<p>Знання: сформувати знання про призму.</p> <p>Уміння: сформувати вміння знаходити елементи призми на математич- них об'єктах та в реальних предметах, розвивати вміння рефлексува- ти.</p> <p>Ставлення: формувати мотивацію до навчання, розвивати ціннісне</p>	<p><i>Виявляє</i> інтерес до вивчення теми, <i>демонст-</i> <i>рує</i> бажання ставити запитання.</p>	<p><i>Знає й</i> <i>розуміє</i> означення призми, прямої призми, правильної призми.</p>	<p><i>Застосо-</i> <i>вує</i> знання розгорток до побудови моделей призми, формули знаходже ння елементів призми. <i>Обчислює</i> основні елементи призми. <i>Класифі-</i> <i>кує</i> призми. <i>Створює</i> модель виробу у формі</p>	<p><i>Оцінює</i> правильність розв'язання задачі. Позитивно <i>оцінює</i> значущість використа- ння знань про призми в майбутній роботі за вибраною професією.</p>	<p><i>Сприймає</i> розповідь викладача, одногрупни ків. <i>Визнає</i> власну відповідаль ність за результат своєї та спільної роботи. <i>Демонструє</i> готовність до роботи.</p>

ставлення.			призми.		
------------	--	--	---------	--	--

Нижче подано приклад розроблення цілей навчання до уроку на тему «Координати середини відрізка. Відстань між двома точками» для учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

Цілі навчання до уроку на тему «Координати середини відрізка. Відстань між двома точками» для учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю

Навчальна мета	Загальні результати навчання				
	Аксіологічний	Когнітивний	Діяльнісний	Рефлексивний	Особистісний
Знання: сформува- ти знання про середину відрізка, відстань між двома точками. Уміння: сформува- ти вміння знаходити середину відрізка, відстань між двома	<i>Виявляє</i> інтерес до вивчення теми, <i>демонструє</i> бажання ставити запитання.	<i>Знає й</i> <i>розуміє</i> поняття середини відрізка, відстані між двома точками.	<i>Застосо- вує</i> формули до знаходже- ння середини відрізка, відстані між двома точками. <i>Обчислює</i> середину відрізка, відстань між двома	Позитивно <i>оцінює</i> значущість використа- ння знань про координати середини відрізка та відстань між двома точками в майбутній роботі за вибраною професією.	<i>Сприймає</i> розповідь викладача, одногрупни ків. <i>Визнає</i> власну відповідаль ність за результат своєї та спільної роботи. <i>Демонструє</i> готовність

<p>Точками, розвивати вміння рефлексу- вати. Ставле- ння: формувати мотивацію до навчання, розвивати ціннісне ставлення.</p>			<p>Точками.</p>		<p>до роботи.</p>
---	--	--	-----------------	--	-------------------

Отже, на кожному уроці в майбутніх робітників машинобудівного профілю потрібно формувати фактологічний і праксеологічний рівні математичної компетентності, водночас формувати аксіологічний, когнітивний, діяльнісний, рефлексивний та особистісний складники математичної компетентності. Усе це в комплексі допомагає реалізувати стратегічні й тактичні цілі – загальні результати навчання, які учні можуть продемонструвати після закінчення вивчення теми, уможлиблює реалізацію мети навчання стереометрії у ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю – формування математичної компетентності.

2.2. Побудова змісту компетентнісно орієнтованого навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю

Компетентнісно орієнтована методика навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю вимагає певних змін у змісті цього курсу. В основу дослідження покладено твердження Н. Тарасенкової [152] про те, що в змісті навчального матеріалу з математики, зокрема стереометрії, потрібно змістити акценти зі збільшення обсягу інформації, призначеної для запам'ятовування, на вироблення вмінь її використовувати, тобто на компетентнісний розвиток учнів. У компонуванні навчального матеріалу зі стереометрії для майбутніх робітників машинобудівного профілю потрібно звертати увагу на створення умов для формування математичної компетентності учнів як основи для розвитку в них професійної компетентності. Навчальний зміст стереометрії необхідно компонувати з огляду на специфічні вимоги до професійної підготовки майбутніх робітників машинобудівного профілю.

Навчальний зміст стереометрії у ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю складається з розділів «Паралельність прямих і площин у просторі», «Перпендикулярність прямих і площин у просторі», «Координати і вектори», «Геометричні тіла. Об'єми та площі геометричних тіл». Загалом для вивчення стереометрії у межах дисципліни «Математика» (рівень стандарту [74]) заплановано 102 години, із яких 21 година резервна.

Загальноосвітню дисципліну «Математика» майбутні робітники машинобудівного профілю вивчають протягом усіх трьох років навчання у ЗП(ПТ)О за програмою [74]. Теми з алгебри і початків аналізу та стереометрії чергуються.

Стереометричний матеріал опановують у такій послідовності:

I курс, II семестр – тема «Паралельність прямих і площин у просторі» (17 годин);

II курс, I семестр – тема «Перпендикулярність прямих і площин у просторі» (17 годин);

II курс, II семестр – тема «Координати і вектори» (10 годин);

III курс, I семестр – тема «Геометричні тіла» (26 годин);

III курс, II семестр – тема «Об'єми та площі геометричних тіл» (11 годин).

Дисципліни професійно-теоретичної підготовки: «Допуски і технічні виміри», «Електротехніка», «Технічне креслення», «Читання креслень» – вивчають одночасно з опануванням стереометрії (рис. 2.2.1). Зокрема дисципліну «Допуски і технічні виміри» опановують протягом усього другого курсу навчання. У цей час оволодівають програмовою темою курсу стереометрії «Перпендикулярність прямих і площин у просторі», що містить професійно-дотичні навчальні теми «Вимірювання відстаней у просторі», «Вимірювання кутів у просторі».

Дисципліну «Електротехніка» вивчають протягом другого курсу. У цей час учні ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю засвоюють програмову тему курсу стереометрії «Координати і вектори». Саме знання про вектори та способи діяльності відіграють важливу роль під час викладання теми «Постійний струм та кола постійного струму».

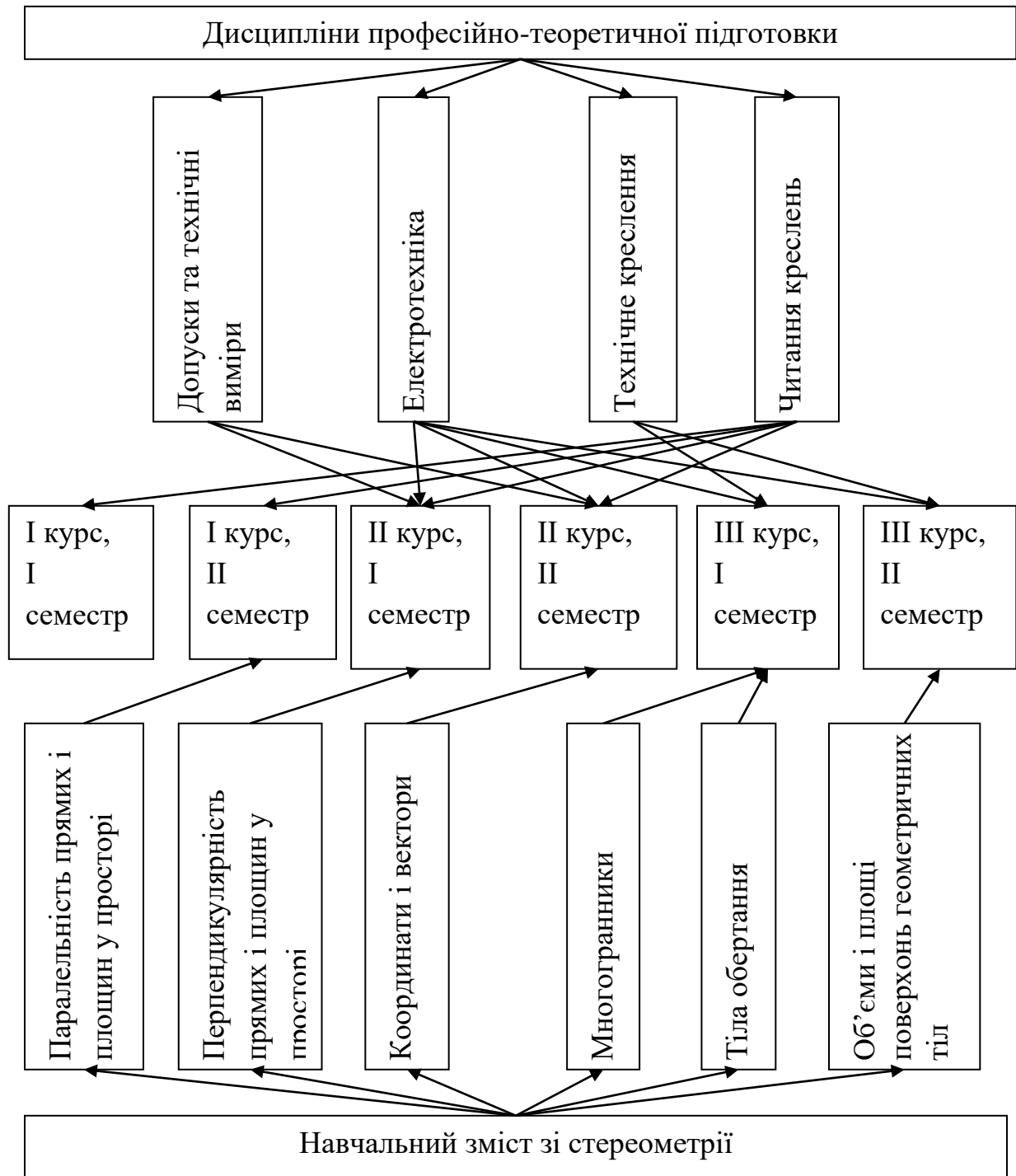


Рис. 2.2.1. Структурно-логічна схема навчання стереометрії та дисциплін професійно-теоретичної підготовки

Дисципліна «Технічне креслення» запланована на третьому році навчання у ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю. У цей самий час вивчають програмові теми «Многогранники», «Тіла обертання», знання з яких необхідні для опанування дисципліни.

Така послідовність оволодіння дисциплінами професійно-теоретичної підготовки й стереометрії засвідчує можливості ґрунтовного формування в майбутніх робітників машинобудівного профілю загальнопрофесійних компетентностей, з огляду на «свіжі» (актуальні) знання, щойно отримані на уроках стереометрії.

Навчальна програма з математики рівня стандарту не містить тем професійного спрямування, потрібних саме майбутнім робітникам машинобудівного профілю. Це зумовлене тим, що рівень стандарту є загальним для закладів III ступеня, які пропонують повну загальну середню освіту, та спрямований на загальний розвиток особистості, без зв'язку з використанням математики в конкретній професії. Підручники з математики рівня стандарту [7], [8], [13], зокрема в частині стереометрії, не містять теоретичного матеріалу та завдань, зорієнтованих саме на професії машинобудівного профілю. Підручники реалізують лінію освіти, сфокусовану на загальний розвиток особистості.

Доцільно навчальний зміст стереометрії перекомпонувати через доповнення традиційного навчального матеріалу професійно значущим теоретичним матеріалом і задачами.

Так, майбутнім робітникам машинобудівного профілю варто:

- тему «Перерізи многогранників» засвоювати із включенням навчального матеріалу про перерізи й розрізи (із дисципліни «Читання креслень»);

- тему «Паралельне проектування» варто доповнити навчальним матеріалом про прямокутне проектування й види проєкцій прямокутного проектування (із дисципліни «Технічне креслення»);
- тему «Вектори в просторі. Операції над векторами» – навчальним матеріалом про векторні діаграми (із дисципліни «Електротехніка»);
- тему «Вимірювання відстаней у просторі», «Вимірювання кутів у просторі» – навчальним матеріалом про вимірювально-обчислювальні інструменти (із дисципліни «Допуски й технічні виміри»);
- тему «Комбінація геометричних тіл» – матеріалом про конструктивні особливості предмета (із дисципліни «Читання креслень»).

Отже, успішна міжпредметна інтеграція традиційного змісту стереометрії та дисциплін професійно-теоретичної підготовки вимагає:

- дидактично виваженої імпорт-пропедевтики (за В. Кірманом [49]), що передбачає початкове ознайомлення з математичними поняттями не в курсі математики, а в ході засвоєння інших предметів;
- залучення до процесу навчання стереометрії проєктів професійної тематики, пов'язаних із професійною діяльністю майбутніх робітників машинобудівного профілю;
- розв'язування компетентнісно орієнтованих задач.

На початку вивчення стереометрії зміст доцільно доповнити матеріалом про поділ відрізка на рівні / пропорційні частини, поділ кута навпіл, поділ кола на рівні частини. За програмою з математики [73], цей матеріал засвоюють у курсі геометрії 7 – 8 класів (теми «Коло і круг. Геометричні побудови», 7 кл., «Теорема Фалеса», 8 кл.). Таке доповнення пов'язане з тим, що на першому курсі майбутні робітники машинобудівного профілю починають вивчати тему «Практичне застосування геометричних побудов» із дисципліни «Читання креслень». Рівень навчальних досягнень учнів із курсу геометрії основної школи є переважно низьким, тому варто акцентувати увагу на тому, як поділити

відрізок, кут, коло на частини за допомогою циркуля та лінійки. Розглянемо приклад.

Поділ відрізка навпіл. З обох кінців A і B заданого відрізка розхилом циркуля R , трохи більшим, ніж половина його довжини, описують дві дуги (рис. 2.2.2.). Одержані в місцях перетину дуг точки C і D з'єднують між собою. Пряма, що з'єднала точки C і D , ділить відрізок AB на дві рівні частини й перпендикулярна до нього.

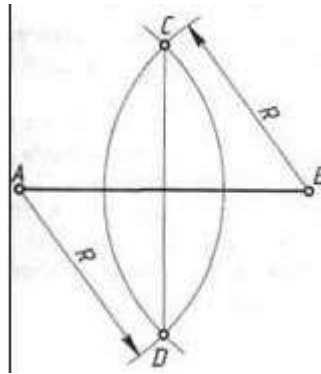


Рис. 2.2.2. Поділ відрізка навпіл за допомогою циркуля та лінійки

Поділ відрізка на довільну кількість рівних частин. Із будь-якого кінця відрізка, наприклад з точки A , проводять під гострим кутом до нього допоміжну пряму. На ній циркулем або за допомогою лінійки відкладають потрібну кількість рівних відрізків довільної довжини (рис. 2.2.3). Останню точку з'єднують із другим кінцем заданого відрізка (із точкою B). З усіх точок поділу за допомогою лінійки та косинця проводять прямі, паралельні до відрізка AB . Ці прямі й ділять відрізок AB на задану кількість рівних частин.

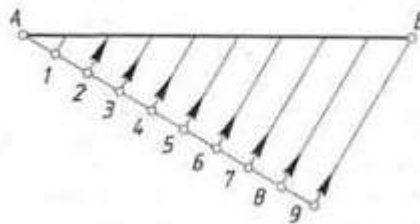


Рис. 2.2.3. Поділ відрізка на довільну кількість рівних частин

Для формування фактологічного рівня математичної компетентності необхідно запропонувати учням ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю виконати низку завдань.

Завдання 1. Відрізок завдовжки 57 мм поділіть на 13 рівних частин.

Завдання 2. Відрізок завдовжки 19 мм поділіть навпіл.

Поділ кута навпіл. Із вершини кута описують дугу кола довільного радіуса так, щоб вона перетнула сторони кута (рис. 2.2.4). Із точок перетину M і N розхилом циркуля, трохи більшим, ніж половина дуги MN , описують дві дуги до їх перетину між собою. Через одержану точку A й вершину O кута проводять пряму, це буде бісектриса кута. Описаний прийом може бути застосований для поділу гострого, тупого чи прямого кута.

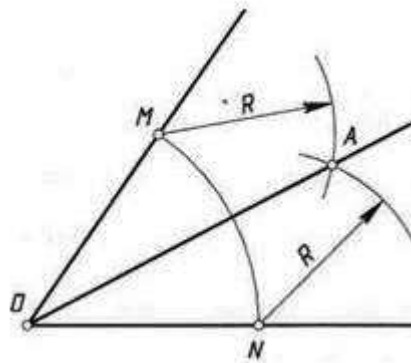


Рис. 2.2.4. Поділ кута навпіл за допомогою циркуля та лінійки

Для формування фактологічного рівня математичної компетентності під час вивчення цього матеріалу доцільно запропонувати майбутнім робітникам машинобудівного профілю виконати завдання.

Завдання 3. За допомогою циркуля та лінійки поділіть кут 75° навпіл.

Завдання 4. За допомогою циркуля та лінійки поділіть кут 58° навпіл.

У межах домашньої роботи варто передбачити завдання на поділ прямого та тупого кута (наприклад, кут 136°).

Поділ кола на три рівні частини. Поставивши опорну ніжку циркуля у верхньому (чи нижньому) кінці вертикального діаметра (рис. 2.2.5), описують

дугу радіусом, що дорівнює радіусу R кола. У місцях перетину проведеної дуги з колом дістають точки 1 і 2 – першу та другу поділки. Третя поділка міститься на протилежному кінці діаметра.

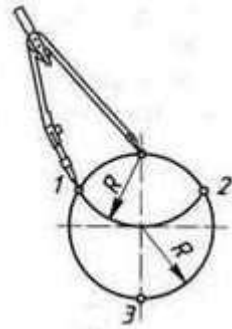


Рис. 2.2.5. Поділ кола на три рівні частини за допомогою циркуля

Для формування фактологічного рівня математичної компетентності під час вивчення цього матеріалу доцільно запропонувати майбутнім робітникам машинобудівного профілю виконати кілька завдань.

Завдання 5. Коло з радіусом 40 мм поділіть на 3 рівні частини.

Завдання 6. Коло з радіусом 50 мм поділіть на 3 рівні частини.

У межах домашньої роботи формулюють завдання для поділу кола на чотири, п'ять, шість, вісім частин.

Для майбутніх робітників машинобудівного профілю доповнюють вивчення побудови перерізів многогранників інформацією про поняття «перерізи й розрізи геометричного тіла», види перерізів геометричних тіл, види розрізів геометричних тіл. У такий спосіб реалізують пропедевтику опанування дисципліни «Технічне креслення».

Наприклад, викладач наголошує, що, крім звичайних проєкцій геометричних тіл, бувають ще й інші зображення, які дають змогу точніше виявляти форму предметів. До таких зображень належать перерізи (рис. 2.2.6). Перерізи найчастіше застосовують для того, щоб показати поперечну форму предметів (руків'їв, гайкових ключів, слюсарних інструментів, деталей із

прокату різного профілю) та форму отворів, заглибин, зрізів, вирізів на поверхнях округлих деталей тощо.

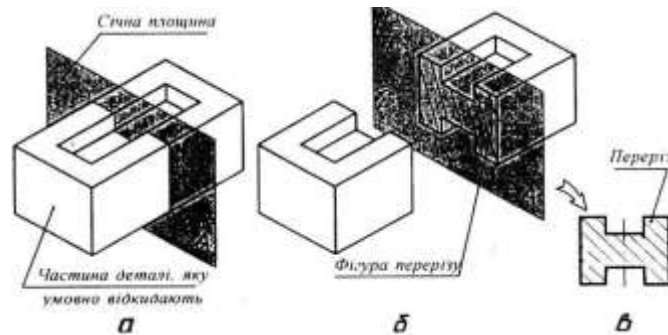


Рис. 2.2.6. Утворення перерізу

Формуючи уявлення про переріз, викладач має продемонструвати види перерізів: винесений переріз, накладений переріз, винесений переріз у розрізі (рис. 2.2.7).

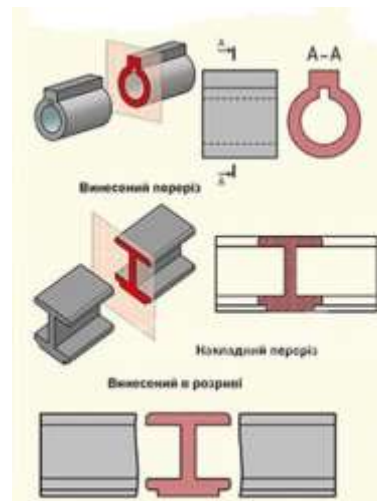


Рис. 2.2.7. Види перерізів

Для формування фактологічного рівня математичної компетентності під час вивчення цього матеріалу учням пропонують завдання.

Завдання 7. Визначити вид кожного перерізу, зображеного на рисунку 2.2.8. *Очікувана відповідь:* 1-2 – винесений, 3-4 – накладений, 5-7 – винесений, 8 – накладений.

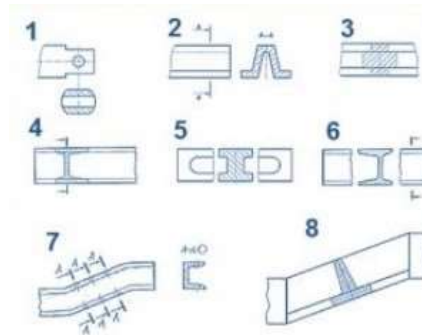


Рис. 2.2.8. Перерізи різних видів

Завдання 8. На основі зображення «Послідовність утворення перерізу» (рис. 2.2.9) замініть цифри на написи. *Очікувана відповідь:* 1 – передня частина предмета, 2 – січна площина, 3 – фігура перерізу, 4 – переріз.

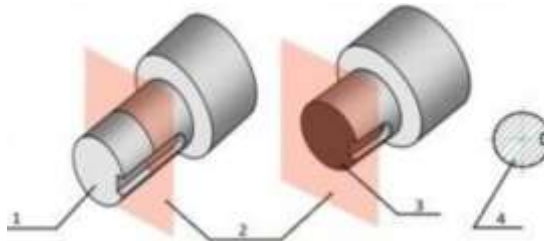


Рис. 2.2.9. Послідовність утворення перерізу

Завдання 9. Визначте, який із перерізів відповідає формі предмета (рис. 2.2.10). *Очікувана відповідь:* I – 2, II – 2, III – 3, IV – 1, V – 3.

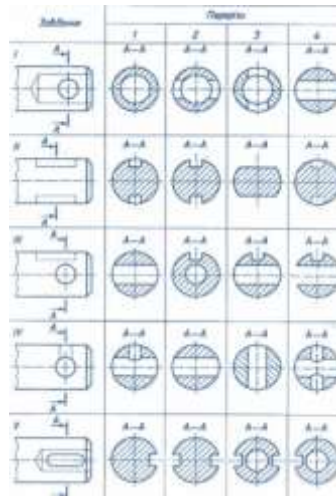


Рис. 2.2.10. Перерізи та вигляд предметів

Викладач з учнями має з'ясувати, що переріз являє собою тільки ту фігуру, яка безпосередньо розташована в січній площині.

У ході вивчення перерізів геометричних тіл зосереджують увагу на понятті «розріз». Викладачеві доцільно продемонструвати, що на розрізі, крім фігури перерізу, показують ще й те, що розташоване за січною площиною (рис. 2.2.11).

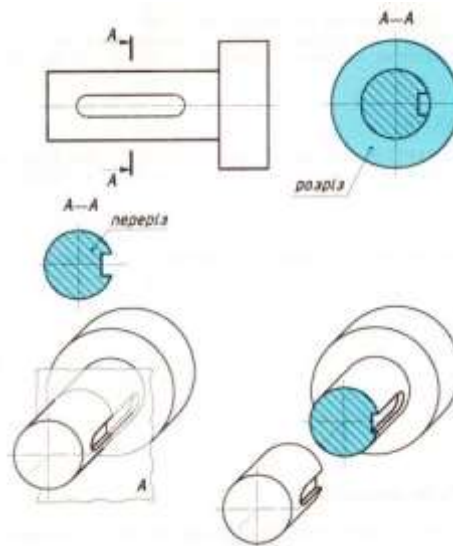


Рис. 2.2.11. Переріз і розріз

Викладачеві доцільно звернути увагу на види розрізів (рис. 2.2.12).

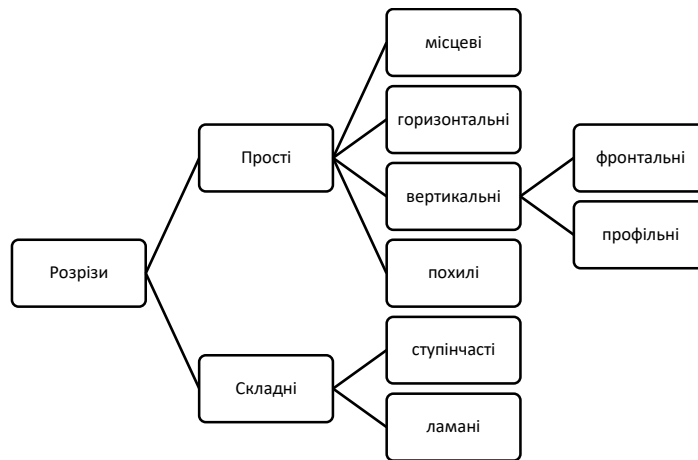


Рис. 2.2.12. Класифікація розрізів

Також варто продемонструвати наочно приклади деяких видів розрізів (рис. 2.2.13).

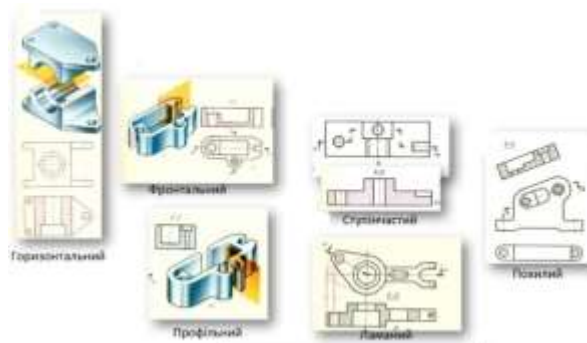


Рис. 2.2.13 Приклади видів розрізів

Зазначимо, що матеріал про розрізи та їхні види має ознайомлювальний характер, його мета – формування в учнів розуміння зв’язку між стереометрією та професійною діяльністю.

Вивчення теми «Паралельне проектування» доповнюють матеріалом про прямокутні проекції. На початку викладання теми вводять поняття «прямокутна

проекція», види прямокутних проєкцій, характеризують прямокутні проєкції різних геометричних тіл, зображення прямокутної проєкції геометричних тіл.

Уведення нового матеріалу на уроці з теми «Паралельне проєктування та його властивості» варто почати зі з'ясування смислового поля поняття «проєктування», «центральне проєктування», «паралельне косокутне проєктування», «паралельне прямокутне проєктування», «проєкція», розглянувши приклади, що ілюструють ці поняття (рис. 2.2.14).

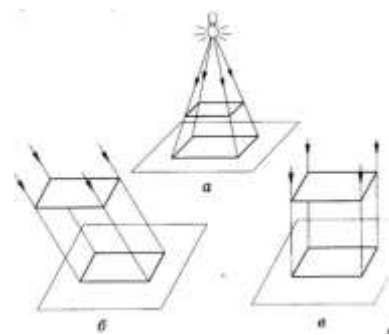


Рис. 2.2.14. Види проєктування: а – центральне, б – паралельне косокутне, в – паралельне прямокутне

Необхідно додатково запропонувати учням схарактеризувати види проєкцій прямокутного проєктування на прикладі деталі (рис. 2.2.15).

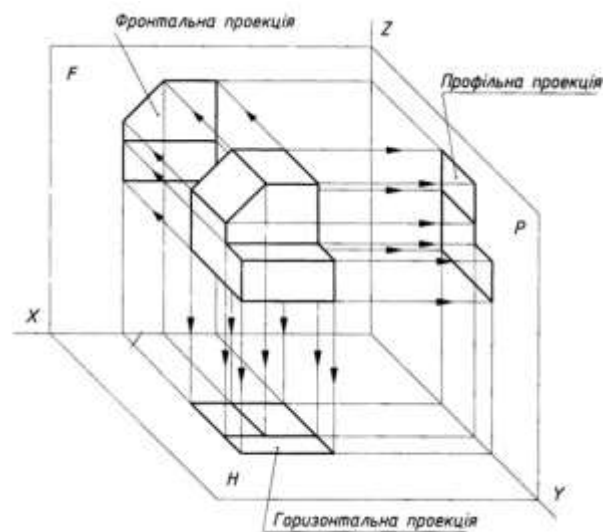


Рис. 2.2.15. Види проєкцій прямокутного проєктування

Для формування фактологічного рівня математичної компетентності під час вивчення цього матеріалу пропонуємо учням виконати низку завдань.

Завдання 10. Побудуйте фронтальну проекцію циліндра, у якого висота – 10 см, радіус основи – 3 см.

Завдання 11. Побудуйте горизонтальну проекцію куба, ребро якого – 7 см.

Завдання 12. Побудуйте профільну проекцію конуса, у якого висота – 8 см, радіус основи – 2 см.

Вивчення цих тем стереометрії ґрунтоване на імпорто-пропедевтиці понять і фактів дисципліни професійно-теоретичної підготовки «Технічне креслення».

Опанування тем «Многогранники», «Тіла обертання» та «Вимірювання відстаней і кутів у просторі» доцільно доповнити використанням особливих інструментів – штангенциркуля, мікрометра, кронциркуля, кутоміра. Штангенциркуль (рис. 2.2.16) – універсальний інструмент, призначений для вимірювання зовнішніх і внутрішніх розмірів, а також глибини западин та висоти виступів у поковках і деталях.



Рис. 2.2.16. Штангенциркуль

Мікрометр (рис. 2.2.17) являє собою інструмент, що дає змогу вимірювати лінійні розміри деталей із високою точністю (до 0,01 – 0,005 мм).



Рис. 2.2.17. Мікрометр

Кронциркуль (2.2.18) слугує для вимірювання зовнішніх лінійних розмірів, діаметрів заготовок і поковок.



Рис. 2.2.18. Кронциркуль

Вимірювання кутів виконують за допомогою кутоміра (рис. 2.2.19).



Рис. 2.2.19. Кутомір

Для формування праксеологічного рівня математичної компетентності під час вивчення цього матеріалу учням пропонують виконати завдання.

Завдання 13. За допомогою штангенциркуля знайти діаметр циліндричного стрижня та обчислити площу основи стрижня.

Завдання 14. За допомогою штангенциркуля та кутоміра знайти діаметр основи конуса й кут між твірною та радіусом основи конуса, обчислити висоту конуса.

Завдання 15. За допомогою кутоміра перевірити перпендикулярність прямих пропонованої фігури.

Завдання 16. За допомогою мікрометра знайти висоту деталі та сторону її основи (за формою правильної шестикутної призми) та обчислити її об'єм.

Завдання 17. За допомогою кронциркуля знайти діаметр металеві кулі та обчислити її об'єм.

Завдання 18. За допомогою кутоміра перевірити перпендикулярність стіни та підлоги аудиторії. Чи справді вони взаємно перпендикулярні?

Вивчення тем «Вимірювання відстаней у просторі» і «Вимірювання кутів у просторі» ґрунтоване на імпорту-пропедевтиці дисципліни професійно-теоретичної підготовки «Допуски та технічні виміри», а також на виробничій практиці.

Тему «Вектори» доцільно доповнити аналізом векторних діаграм напруги. Для цього варто запропонувати учням переглянути навчальне відео [195] про те, як створити векторну діаграму напруги. Такий матеріал слугує імпорту-пропедевтикою для вивчення дисципліни професійно-теоретичної підготовки «Електротехніка».

Опанування теми «Симетрія щодо початку координат і координатних площин» рекомендовано доповнити проектами професійного характеру. Під час навчальної практики в майстернях майбутні робітники машинобудівного профілю вчаться обробляти метал і виготовляти вироби з металу. Викладач математики на уроці з теми «Симетрія щодо початку координат і координатних площин» може продемонструвати учням на їхніх проектах із металооброблення (рис. 2.2.20, рис. 2.2.21, рис. 2.2.22), що таке симетрія, осьова та центральна симетрія, як визначати симетрію стосовно точки. Учні мають змогу з'ясувати симетричність свого виробу та за потреби відкоригувати його.



Рис. 2.2.20.
Металевий виріб –
метелик



Рис. 2.2.21.
Металевий виріб –
маска



Рис. 2.2.22.
Металевий виріб –
краб

Для вивчення теми «Комбінація геометричних тіл» теоретичний матеріал зі стереометрії варто доповнити матеріалом про конструктивні особливості предметів, які утворені сполученням геометричних тіл. Наприклад, катушка для ниток утворена сполученням циліндрів і конусів, які мають спільну вісь. Головка заготовки болта – шестикутна призма, а його стержень – циліндр. Заклепка складається з циліндричного стержня й головки, яка є частиною кулі (рис. 2.2.23).



Рис. 2.2.23. Катушка, заготовка болта, заклепка

Формуванню праксеологічного рівня математичної компетентності під час вивчення цього матеріалу сприятиме пропонування майбутнім робітникам машинобудівного профілю низки завдань.

Завдання 19. Із яких геометричних тіл складається упорний центр токарного верстата, зображений на рисунку 2.2.24? *Очікувана відповідь:* конус, циліндр, зрізаний конус, циліндр.



Рис. 2.2.24. Упорний центр токарного верстата

Завдання 20. Із яких геометричних тіл складається ручка, зображена на рисунку 2.2.25? *Очікувана відповідь:* циліндр, зрізаний конус, куля.

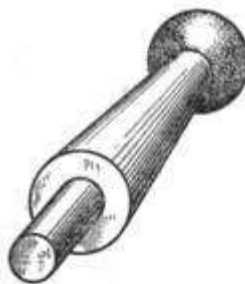


Рис. 2.2.25. Ручка

Представимо фрагмент уроку вивчення нового матеріалу на тему «Теорема про три перпендикуляри». Метою вивчення теми є ознайомити здобувачів освіти з теоремою про три перпендикуляри та показати практичне застосування теореми.

Викладач: Тема сьогоднішнього уроку «Теорема про три перпендикуляри». Перш ніж ми розпочнемо вивчення теми, розкажіть, чого ви очікуєте від сьогоднішнього уроку, чого хочете навчитися.

Учень 1. Очікую від уроку відповіді на те, чи допоможуть мені отримані знання у тій професії, яку я здобуваю.

Учень 2. Очікую від уроку відповіді на те, як ці знання допоможуть мені заробляти гроші.

Учень 3. Очікую від уроку, що отримані знання знадобляться мені при підготовці до зовнішнього незалежного оцінювання з математики.

Викладач: На цьому уроці ви ознайомитеся з теоретичним матеріалом, який вноситься на зовнішнє незалежне оцінювання з математики. Ми з вами розглянемо приклади використання теореми про три перпендикуляри у професії «Електрогазозварник». Що більше знань і практики, то більше розвиваються ваші професійні компетентності, ви стаєте кращими робітниками і можете в подальшому розраховувати на більше клієнтів і більш високу заробітну плату. Отже, розпочинаємо. Для початку дайте відповідь на запитання: З чим у вас асоціюється слово «Перпендикуляр»?

Учень 1. Асоціюється зі стовпом.

Учень 2. З деревом.

Викладач: чи можна побачити перпендикуляр у такій ситуації: 1) у стіні треба просвердлити отвір; 2) ключ вставляємо в замок; 3) викруткою закручуємо шуруп? Що виступає в ролі перпендикуляра? А в ролі площини?

Учень 1. Свердло і стіна.

Учень 2. Ключ і замок.

Учень 3. Викрутка і головка шурупа.

Викладач: На практиці перпендикуляр – це відрізок прямої, який розміщується виключно вертикально? Я правильно розумію?

Учень: Ні. Все залежить від розміщення площини. А вона може бути не лише горизонтальною.

Викладач: добре. Тоді підберіть синонім до слова перпендикуляр.

Учень 1: Стоїть під кутом 90° .

Учень 2: Пряmostоячий.

Викладач: добре, ми з вами виявили, що перпендикуляр розміщується під кутом 90° до даної площини. Тепер пропоную Вам ситуацію: представимо, що в нашій аудиторії джерело світла знаходиться в центрі стелі аудиторії. Укажіть місце на підлозі, де освітлення буде максимальним?

Учні разом з викладачем обговорюють розв'язання завдання.

Очікувана відповідь: Форма аудиторії – це прямокутний паралелепіпед. Можемо побудувати зображення прямокутного паралелепіпеда та провести перпендикуляр від центра стелі до центра підлоги. Точка центра підлоги і буде місцем, де освітлення є максимальним.

Викладач: Отже, бачимо, що у задачі необхідно обґрунтувати факт про найкоротшу відстань від точки до площини. Наведіть приклади із життя, коли вам необхідно було визначити найкоротшу відстань. (*Учні наводять приклади із життя*).

Викладач: Наведу приклад застосування найкоротшої відстані у професії «Електрогазозварник». Коли ви зварюєте між собою елементи конструкції, щоб вона не була підкошеною, треба максимально чітко дотримуватися відстаней і перпендикулярності між прямими та площиною.

Після мотивації навчальної діяльності викладач пропонує учням розглянути новий матеріал, а саме теорему про три перпендикуляри.

Теорема [13]. Якщо пряма, проведена на площині через основу похилої, перпендикулярна до її проекції, то вона перпендикулярна і до похилої.

Вивчення математики на рівні стандарту не вимагає від учнів закладів професійної (професійно-технічної) освіти знання доведення теорем, а носить ознайомлювальний характер, тому доведення теореми доцільно проводити з учнями у формі бесіди.

Дано: $AB \perp \alpha, B \in \alpha, AC$ – похила, BC – проєкція похилої, $c \subset \alpha; C \in c, c \perp BC$.

Довести: $c \perp AC$.

Доведення. Нехай AB – перпендикуляр до площини α , AC – похила і c – пряма у площині α , що проходить через основу C похилої.

Проведемо пряму CA_1 , що паралельна прямій AB . Вона буде перпендикулярною до площини α . Через прямі AB і CA_1 проведемо площину β . Пряма c перпендикулярна до площини β , звідки випливає, що $c \perp BC$, $c \perp AC$.

Під час доведення викладач показує демонстраційну модель (прути, зварені між собою). Візуалізація підкріплює теоретичний матеріал.

Далі викладач пропонує учням сформулювати твердження, яке є оберненим до доведеного.

Теорема (обернена) [13]. Якщо пряма на площині перпендикулярна до похилої, то вона перпендикулярна і до проєкції похилої.

Доведення оберненої теореми доцільно винести в домашнє завдання як додаткове для найбільш підготовлених учнів.

Для усвідомлення нового матеріалу викладач пропонує учням усну вправу.

Вправа: Дано прямокутний паралелепіпед. Знайти відстань від центра верхньої основи паралелепіпеда до ребра DC , за умови, що $AD = 8$ дм, $AA_1 = 3$ дм. (Цю вправу можна зробити практико-орієнтованою та замінити прямокутний паралелепіпед на аудиторію, у якій знаходяться учні, а відповідні параметри прямокутного паралелепіпеда – на параметри аудиторії).

Також для сприймання нового матеріалу викладачу доцільно запропонувати учням задачі за готовими малюнками.

Розглянемо ще один приклад пояснення нового матеріалу з теми «Перпендикулярність площин». Метою вивчення теми є ознайомлення учнів з специфічними випадками взаємного розміщення об'єктів навколишнього світу.

Перед поясненням нового матеріалу викладач проводить мотивацію навчальної діяльності аналогічно до попереднього прикладу. Для цього

викладач пропонує вправу «Асоціації» для встановлення зв'язків між тим, що учні знають, та новим матеріалом.

Викладач: З чим у вас асоціюється поняття «Перпендикулярні площини»?

Учень: Стіни, підлога, стеля в кімнаті.

Викладач: Наведіть інші приклади з довкілля, де, на вашу думку, спостерігається перпендикулярність площин.

Учні наводять приклади перпендикулярних площин.

Далі викладач підсумовує бесіду й підводить учнів до означення – які ж дві площини називаються перпендикулярними. Вводиться символічне позначення перпендикулярності двох площин.

Далі розглядається теорема – ознака перпендикулярності площин.

Теорема [13]. Якщо площина проходить через пряму, перпендикулярну до другої площини, то ці площини перпендикулярні.

Доведення теореми доцільно проводити також у формі бесіди з використанням демонстраційної моделі.

Дано: площини α і β . Точка A лежить у площині α ; β – проходить через AB .

Довести: $\beta \perp \alpha$.

Доведення. Площини α і β мають спільну точку A , тому вони перетинаються по спільній прямій DE , яка проходить через цю точку. У площині α проведено пряму AC , перпендикулярну до прямої DE . Оскільки $AB \perp \alpha$, а прямі AC і DE лежать у площині α , то $AB \perp AC$ і $AB \perp DE$. Крім того, $AC \perp DE$.

Отже, $\angle(\alpha\beta) = \angle CAB = 90^\circ$, тобто $\beta \perp \alpha$.

Наприкінці бесіди викладачу важливо підвести учнів до висновку: щоб обґрунтувати перпендикулярність двох площин, треба знайти в одній із них пряму, перпендикулярну до прямої перетину даних площин.

Для кращого розуміння учнями змісту теореми викладачу доцільно запропонувати учням виконати усні вправи, зокрема за готовими малюнками. На таких малюнках варто дати різноманітні зображення відомих учням многогранників (куба, прямокутного паралелепіпеда), а також зображення чи фото реальних об'єктів, що мають форму таких геометричних фігур. Учні мають указати на цих малюнках перпендикулярні площини. Бажано, щоб учні обґрунтували (принаймні «своїми словами»), чому вказані ними площини можна вважати перпендикулярними.

У якості творчого домашнього завдання доцільно запропонувати учням самостійно виготовити з металу демонстраційну модель для показу перпендикулярності площин.

Отже, побудова змісту компетентнісно орієнтованого навчання стереометрії, з огляду на професійно значущий теоретичний матеріал, надає більше можливостей для формування не тільки математичної компетентності, а й базових професійних компетентностей майбутніх робітників машинобудівного профілю.

2.3. Особливості методів навчання як компонента компетентнісно орієнтованої методики навчання стереометрії в ЗП(ПТ)О

Результати наукової розвідки засвідчують, що компетентнісно орієнтована методика навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю пов'язана із застосуванням у навчанні стереометрії як традиційних методів навчання, так і їхніх інноваційних модифікацій. І. Лернер [62], М. Скаткін [142] описують п'ять методів навчання за характером пізнавальної діяльності:

- 1) пояснювально-ілюстративний;

- 2) репродуктивний;
- 3) проблемний;
- 4) частково-пошуковий (евристичний);
- 5) дослідницький.

Умовно їх поділяють на дві групи: репродуктивні (1-2) – забезпечують засвоєння учнями готових знань і відтворення вже відомих їм способів діяльності; продуктивні (4-5) – учні в процесі творчої діяльності відкривають суб'єктивно нові для них знання. Проблемний метод зараховують до проміжної групи.

Сутність пояснювально-ілюстративного методу полягає в тому, що викладач, користуючись різними засобами, повідомляє спеціально підготовлену, систематизовану інформацію, а учні сприймають її, осмислюють і фіксують у пам'яті. У контексті проблеми дослідження вважаємо за можливе використання пояснювально-ілюстративного методу в навчанні стереометрії як основного. Для посилення ефективності цього методу в ході вивчення нового матеріалу доречною є опора на інтерактивні плакати (їхні особливості описано в п. 2.4). Використання пояснювально-ілюстративного методу доцільне для формування когнітивного складника математичної компетентності учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю.

Репродуктивний метод полягає у відпрацюванні нового матеріалу за зразком, сприяє ефективному відпрацюванню набутих навичок і вмінь. Варто акцентувати увагу на позитивному впливі застосування репродуктивного методу на формування фактологічного рівня математичної компетентності. Однак надмірне використання репродуктивного методу знижує мотивацію учнів до навчання стереометрії, тому доцільно поєднувати репродуктивні методи навчання з продуктивними.

Реалізація компетентнісно орієнтованої методики навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю передбачає при виборі методів

навчання враховувати типи темпераменту учнів. У ході дослідження сформовано експериментальні групи за спеціальностями машинобудівного профілю, що склалися переважно з хлопців. Для створення позитивної атмосфери й комфортної роботи на уроці зі стереометрії виокремлено типи темпераменту учнів експериментальних груп (54 учні) за допомогою тесту Айзенка (див. Додаток Б). За результатами виявлено 38 % сангвініків, 18 % холериків, 14 % меланхоліків та 30 % флегматиків.

Експериментальне навчання доводить, що меланхолікам (1/3 частина групи) більше вдається навчання, де основною дієвою особою є викладач. В учнів меланхолічного темпераменту тимчасові зв'язки утворюються повільніше внаслідок недостатньої рухливості кіркових процесів. Їм потрібно давати більше часу на засвоєння й опанування навчального матеріалу. Учні меланхолічного темпераменту потребують ретельне пояснення цікавого матеріалу та допомога викладача під час виконання будь-якого завдання. Учні, у яких переважають сангвіністичний, холеричний і флегматичний темперамент (2/3 частини групи), навпаки, більш імпонує навчання, де основною дієвою особою є учні. Учні сангвіністичного, холеричного та флегматичного темпераменту потребують, щоб весь навчальний матеріал був розкладений у свідомості «по полочках». Для цього їм необхідно самостійно виконувати запропоновані вчителем завдання.

Реалізація компетентнісно орієнтованої методики навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю передбачає використання методів навчання, які найбільше забезпечують активну навчально-пізнавальну діяльність учнів ЗП(ПТ)О і базовані на продуктивних методах навчання (за класифікацією І. Лернера [62], М. Скаткіна [142]). До таких методів належить мейкерство, метод проектів, гейміфікація.

Мейкерство. Суть мейкерства полягає в тому, щоб створити щось своїми руками. За С. Мартінез [245], мейкерство в навчанні – навчання, яке

відбувається через засвоєння нових знань, через акт створення чогось спільного. Згідно з визначенням І. Дерези [112], «мейкерство – діяльність, унаслідок якої утворюється щось нове або процес створення власноруч чогось нового: певних фізичних об'єктів».

Якщо проектувати мейкерство на процес навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю, то створення моделей стереометричних фігур із паперу / картону, комбінацій стереометричних фігур із паперу / картону, моделей іграшок, конструкцій із паперу / картону – це робота своїми руками. Мейкерство вможливує навчання створювати прототип майбутнього виробу (для спеціальностей «Електрогазозварник», «Токар», «Верстатник широкого профілю»).

Реалізація компетентнісно орієнтованої методики навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю передбачає при виборі методів навчання враховувати навчальні стилі учнів. Як показало експериментальне навчання, мейкерство стимулює до продуктивної навчальної діяльності учнів ЗП(ПТ)О з конвергентним та акомодативним навчальними стилями. Коли учням з конвергентним та акомодативним навчальними стилями пропонують розв'язати нове завдання, вони одразу роблять вибір «Як обробити інформацію? – Одразу почати розв'язувати» (п. 1.4.2).

Однак різниця між ними у тому, що учні з конвергентним навчальним стилем спочатку прочитають теоретичний матеріал, осмислять його, а вже потім беруться розв'язувати практичне завдання. Тоді як учні з акомодативним навчальним стилем інтуїтивно, методом спроб і помилок, знаходять розв'язок практичного завдання. Наприклад, при виготовленні моделі фігури учням з конвергентним навчальним стилем важливо за інструкцією переходити від одного кроку до наступного. Учням з акомодативним навчальним стилем доцільно поставити конкретне завдання «Побудувати кубік Рубіка» і такі учні

самостійно знайдуть розгортку куба, з неї склеять куб і творчо його розмалюють.

Учні з дивергентним і асимілятивним навчальними стилями не одразу переходять до практики. Коли викладач пропонує розв'язати нове завдання, вони одразу роблять вибір «Як обробити інформацію? – Поспостерігати за іншими» (п. 1.4.2). Для таких учнів характерно спочатку послухати теоретичний матеріал і головне подивитися на те, як інші учні розв'язують практичне завдання. Учні з дивергентним і асимілятивним навчальними стилями впевненіше себе почувають і розв'язують практичне завдання за шаблонами. Експериментальне навчання показало, що мейкерство при вивченні стереометрії учнями ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю сприяє інтенсифікації формування математичної компетентності учнів з конвергентним і акомодативним стилями навчання. Тоді як для учнів з дивергентним і асимілятивним навчальними стилями процес формування математичної компетентності є тривалішим, але не менш результативним.

Метод проектів. За визначенням Buck Institute for Education [112], «метод проектів – метод, навчаючись за яким учні, певний час досліджуючи справжні, цікаві та складні питання, реагуючи на них, отримують потрібні знання й навички». Суть методу в тому, що робота над проектом дає змогу створити матеріальний носій (реферат, малюнок, математичну модель, відеоролик, предмет тощо), а для цього учням треба прочитати, проаналізувати, систематизувати, узагальнити потрібну інформацію, застосувати отримані знання на практиці. Робота над представленням створеного матеріального носія розвиває просторову уяву учнів, об'ємне бачення проекту, уміння працювати в команді. За допомогою роботи над проектом учні ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю проходять весь шлях – від заданої проблеми до отриманого результату.

Гейміфікація. «Концепція Нової української школи» трактує гейміфікацію як використання ігрових елементів, як систему мотивування до навчального

процесу. К. Капп [221] вважає, що цей метод може подолати розрив між поколінням викладачів й учнів. Саме в такому контексті закордонні експерти позитивно оцінюють універсальність гейміфікації, яку використовують у класі під час вивчення нового матеріалу, або як домашнє завдання, або як оцінювальне завдання для підвищення мотивації та максимального засвоєння теми. Вітчизняний науковець П. Щербань [199] трактує педагогічну гру як практичну групову вправу з вироблення оптимальних рішень для застосування методів і прийомів в умовах, що відтворюють реальну ситуацію. У процесі гри її учасники розв'язують завдання, їхня взаємодія регламентована певними правилами, що відображають реальні умови та закономірності.

Наприклад, за навчальною програмою [74], для вивчення теми «Многогранники» заплановано 14 год., із них 6 год. – резервні. Зміст теми «Многогранники», зазвичай, поділяють на такі навчальні теми:

- «Многогранники. Їхні елементи. Правильні многогранники» (2 год.);
- «Призма. Пряма і правильна призма» (2 год.);
- «Паралелепіпед, прямокутний паралелепіпед. Куб» (2 год.);
- «Піраміда, правильна піраміда. Зрізана піраміда» (2 год.);
- «Побудова перерізів многогранників» (3 год.).

Ще 2 год. заплановано для контрольної роботи та підсумкового уроку з теми. Час, спрямований на засвоєння навчальної теми, розподіляють так: виклад нового матеріалу на першому уроці, розв'язування задач на наступних уроках.

Під час експериментального навчання з'ясовано, що на уроці «Розв'язування задач», крім виконання традиційних завдань на закріплення й застосування математичних знань із навчальної теми, доцільно пропонувати учням завдання зі створення іграшок (мейкерство). На виконання такого завдання знадобиться до 15 хвилин. Кожен учень отримує комплект розгорток стереометричних фігур, клей, ножиці. Усі комплекти розгорток різних розмірів.

Завдання 1. За допомогою розгорток паралелепіпеда, трикутної призми, клею та ножиць побудуйте макет будинку.

Завдання 2. За допомогою паралелограмів, розгорток чотирикутної піраміди й прямокутного паралелепіпеда, ножиць та клею створіть макет іграшки «Ракета».

Завдання 3. За допомогою розгорток прямокутних паралелепіпедів різних розмірів, розгортки куба, клею та ножиць створіть макет іграшки «Робот».

У процесі роботи учнів викладачеві доцільно звертати увагу на темперамент учнів, за необхідності допомагати учням із меланхолічним типом темпераменту, корегувати учнів із холеричним типом темпераменту. Після виконання завдання викладач повинен отримати зворотний зв'язок від учнів.

Нижче подано приклади застосування методу проектів для реалізації стратегічних і тактичних цілей навчання стереометрії. Перед початком роботи над проектом викладач обговорює чотири основні моменти: «Чому Ви маєте це знати?», «Чому це працює, а не інше?», «Як це працює? (алгоритм)», «Практика». У ході експериментального навчання учням пропонують роботу над проектом «Покажи і розкажи». Цей проект (за класифікацією Т. І. Вороненко [21]) є практико-орієнтовним, груповим, середньотривалим, із відкритою координацією, експериментальним, контролювальним, трьохетапним, монопроектом. Проект стартує на першому уроці нової теми та триває протягом усього часу її вивчення. Підсумки підбивають на останньому уроці за тією темою, що вивчали.

Для повноцінної реалізації проекту розроблено планування.

Назва: «Покажи й розкажи».

Тривалість: 4 тижні.

Навчальний предмет: математика.

Курс: 3.

Інші навчальні дисципліни: не входять.

Ключові поняття: об'єм, геометричне тіло.

Освітні цілі:

- узагальнити й систематизувати знання, навички та вміння учнів розв'язувати задачі на знаходження об'ємів геометричних тіл;
- розвивати логічне мислення, просторову уяву;
- формувати здатність до узагальнення й систематизації вивчених раніше фактів;
- виховувати позитивне ставлення до навчання, інтерес до математики;
- удосконалювати навички самоконтролю, бажання працювати в групі, культуру спілкування.

Структура проекту (ролі учнів, мета, основне завдання).

Ролі учнів: журналіст, оператор-монтажер, репортер.

Мета: показати практичне застосування математики в навколишньому світі.

Основне завдання: зняти відеосюжет на тему «Об'єм геометричних тіл», де висвітлено застосування формули об'єму геометричного тіла.

Продукти (результати) проекту: відеосюжет тривалістю 1-3 хвилини.
Презентація результатів проекту: учасник із міні-групи презентує відеосюжет та відповідає на запитання, які виникли під час або після перегляду відеосюжету.
Обладнання: предмети навколишнього середовища, рулетка вимірювальна.

Рефлексія (як учень, команда налагоджуватимуть зворотний зв'язок, обговорюватимуть проміжні результати, оцінюватимуть обсяг виконаної роботи): під час виконання проекту викладач має створити груповий чат у соціальних мережах для ненав'язливого контролю процесу, за необхідності – давати поради; у ході презентації команда віддає свій голос (аргументуючи) за той проект, який їй найбільше сподобався.

На першому, підготовчому, етапі проекту учні самостійно утворюють міні-групи по 3 особи та чітко розподіляють обов'язки. Один із них має бути журналістом і відповідати за створення концепції відеосюжету, другий – оператором-монтажером та відповідати за якість відеосюжету, третій – репортером і відповідати за презентацію відеосюжету.

На другому, виконавчому, етапі міні-групи мали зняти короткий відеосюжет, де вони демонструють практичне застосування знань, які отримали під час вивчення теми. На цьому етапі в соціальній мережі «Telegram» створено груповий чат, щоб учні могли поставити запитання викладачеві, отримати пораду. Також викладач допомагав роз'язувати конфлікті питання.

На третьому, презентаційному, етапі на уроці «Узагальнення знань із теми «Об'єми геометричних тіл»» заплановано час на те, щоб учні мали змогу продемонструвати свої відеосюжети та обговорити їх.

Роботу над проектом «Покажи й розкажи» доцільно організувати в ході вивчення тем «Паралельність прямих і площин», «Перпендикулярність прямих і площин», «Многогранники», «Тіла обертання».

Під час експериментального навчання учням також був запропонований проект зі створення коміксів до теми «Відстані в просторі». Перед початком виконання проекту доцільно звернути увагу на чотири основні моменти, описані вище. Цей проект був спрямований на те, що учні узагальнять і систематизують матеріал із теми, використовують його в новій формі. Проект стартує наприкінці вивчення теми та триває два тижні. На останньому уроці з теми передбачено час для обговорення результатів.

Планування проекту.

Назва: «Комікс».

Тривалість: 2 тижні.

Навчальний предмет: математика.

Курс: 2.

Інші навчальні дисципліни: не входять.

Ключові поняття: відстань, точка, пряма, площина, паралельність прямих і площин, мимобіжні прямі.

Освітні цілі:

- узагальнити й систематизувати знання з теми «Відстані в просторі»;
- розвивати логічне мислення, візуальне мислення;
- формувати здатність до узагальнення й систематизації вивчених раніше фактів;
- довести важливість математики як універсальної науки;
- вчити співпрацювати в команді;
- вчити виконувати власну роль у командній роботі.

Структура проекту (ролі учнів, мета, основне завдання).

Ролі учнів: письменник, сценарист, IT-фахівець, ведучий.

Мета: продемонструвати практичне застосування знань із теми «Відстані в просторі».

Основне завдання: створити комікс на тему «Відстані в просторі», де зображено способи знаходження відстаней у просторі.

Продукти (результати) проекту: комікс, що містить 10-12 ілюстрацій.

Презентація результатів проекту: учасник із команди презентує комікс та відповідає на запитання, які виникли під час або після перегляду відеосюжету.

Обладнання: інтернет-ресурс для створення коміксів [136].

Рефлексія (зворотний зв'язок, організований учнем, командою, обговорення проміжних результатів, оцінювання обсягу виконаної роботи). Під час виконання проекту викладач має створити груповий чат у соціальних мережах для ненав'язливого контролю процесу, за необхідності, давати поради. Під час презентації команда віддає свій голос (аргументовано) за той проект, який їй найбільше сподобався.

На першому, підготовчому, етапі проекту викладач розподіляє учнів у команди по 4 особи. Учні самостійно вибирають ролі. Один із них – письменник, який відповідає за створення головної ідеї й сюжету коміксу; другий – сценарист, що відповідає за сценарій кожної картинки коміксу; третій – ІТ-фахівець, який за допомогою онлайн-інструменту створює комікс; четвертий – ведучий, який презентує комікс.

На другому, виконавчому, етапі команди мають придумати головну ідею та сюжет коміксу, де продемонструвати застосування знань, які отримали під час вивчення теми «Відстані в просторі», та за допомогою онлайн-інструментів для розроблення коміксів сконструювати свій комікс. На цьому етапі в соціальній мережі «Telegram» був створений груповий чат, щоб учні могли поставити запитання викладачеві й отримати пораду. Зазначимо, що під час експерименту завдання самостійно вибрати програму для створення коміксів і працювати з нею виявилось непростим для учнів.

На третьому, презентаційному, етапі, учні мають змогу продемонструвати свої комікси та обговорити їх. Прикладом результату такого проекту є створений комікс «Рік і Морті» (рис. 2.3.2). У коміксі описано ситуацію про порятунок Землі від інопланетян. Щоб урятувати Землю, необхідно знати, як знаходити відстань від точки до площини.



Рис. 2.3.2. Комікс «Рік і Морті»

Для реалізації стратегічних і тактичних цілей навчання варто застосовувати *метод гейміфікації*. За висловом Ф. Фаєлла [215], гейміфікація – це використання елементів гри та ігрових технік у неігровому середовищі. Учений наголошує на тому, що гейміфікація не передбачає використовувати гру в розважальних цілях, а, навпаки, дає елементи ігрового досвіду для покращення мотивації.

Наприклад, для вивчення теми «Координати й вектори в просторі» заплановано 10 годин. На нашу думку, доцільно передбачити елемент гейміфікації: запровадити систему накопичення очок замість оцінок. Разом з учнями варто розробити таку систему накопичення очок, щоб було комфортно працювати за таких умов. Наприкінці вивчення теми набрані очки переводять в оцінку за 12-бальною системою оцінювання. Наприклад, упродовж вивчення всієї теми «Координати й вектори в просторі» можна набрати до 500 очок. Збирання очок можна розподілити так:

- 5 очок – відвідування одного заняття;

- 35 очок – за один урок (10 очок – робота на уроці, 10 очок – виконана домашня робота, 15 очок – творче завдання);
- 50 очок – підсумкова контрольна робота;
- 50 очок – участь у проекті.

Зібрані очки переводять в оцінки (табл. 1), які виставляють за вивчену тему.

Таблиця 2.4

Перехід від очок до оцінок

Очки	Оцінка
До 60	1
61 – 100	2
101 – 140	3
141 – 180	4
181 – 220	5
221 – 260	6
261 – 300	7
301 – 340	8
341 – 380	9
381 – 420	10
421 – 460	11
461 – 500	12

Учні накопичують очки під час роботи в класі та позаурочно, виконавши домашні завдання. Також учнів можна заохочувати наклейками чи стикерами за набрану максимальну кількість очок на уроці, або за проект, або за тему.

Для мотивації учнів до роботи й демонстрування актуальності теми «Вектори в просторі» під час експериментального навчання учням запропоновано провести гру з моделювання судового процесу. Перед початком учні мали знайти інформацію про застосування векторів у різних сферах людської діяльності. Гру модерує викладач. На початку уроку учням запропоновані ролі (суддя, адвокат, прокурор, свідки) та завдання відповідно до ролей (знайти всі аргументи «за» і «проти»). Дійові особи: суддя; секретар; адвокат; прокурор; присяжні; свідки: учень, фахівець з ІТ-технологій, викладач з електротехніки. У процесі гри учні були зосередженими та переконливо виступали. Після завершення гри кожен учень висловив свою думку стосовно запитання «Чи згодні Ви з вироком суду?» та оцінив свою активність на уроці. Повний сценарій гри у [164].

Також під час експериментального навчання майбутнім робітникам машинобудівного профілю запропоновані завдання з використанням онлайн-сервісів за темами «Многогранники» (завдання 4), «Перпендикуляр і похила до площини» (завдання 5).

Завдання 4. Багато років тому десь у Тихому океані один відомий мільярдер загубив скриню-сейф із коштовностями. Нещодавно сейф викинуло на один із берегів Дніпра. Люди знайшли його, та ніхто з них не може розгадати код замка. Вони вирішили звернутися по допомогу до тебе! Якщо правильно знайдеш відповіді на запропоновані завдання, то сейф відчиниться, і коштовності дістануться тобі. Не звлікай, переходь нижче, відповідай на запитання та отримуй відповідь. Бажаємо успіхів!

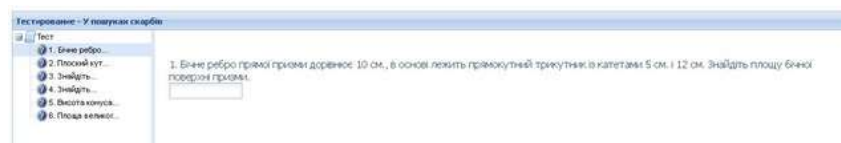


Рис. 2.3.3. Умова задачі до задання 4

Учні розв'язують задачі з математичною фабулою. Якщо правильно розв'язати всі 6 завдань, то скриня зі скарбами відчиниться.

Завдання 5. Із точки A до площини α проведено перпендикуляр AC і похилу AB . Знайдіть: _____. У кожній частині колеса зазначено конкретну вимогу задачі (рис. 2.3.4).



Рис. 2.3.4. Гра «Випадкове колесо»

Учень має натиснути кнопку «Розкрутити колесо», що розташована поряд із ним, колесо починає обертатися та зупиняється на випадковій вимозі задачі. Учень читає умову задачі разом із вимогою задачі, яка йому «випала», і починає розв'язувати задачу.

Як засвідчує досвід експериментального навчання, за допомогою гейміфікації в учнів підвищується зацікавленість щодо відвідування уроків зі стереометрії, посилюється аксіологічний складник математичної компетентності. У формі гри краще формується когнітивний складник математичної компетентності, міцніше формується фактологічний рівень математичної компетентності. Використання мейкерства під час опанування стереометрії створює сприятливі умови для формування діяльнісного складника математичної компетентності. Тут відбувається поступовий перехід від розв'язування суто математичної задачі до компетентнісно орієнтованої. Застосування методу проектів у навчанні стереометрії допомагає формувати діяльнісний складник математичної компетентності та впливати на підвищення

практичного рівня математичної компетентності. Реалізація методу проектів допомагає розвивати в майбутніх робітників машинобудівного профілю рефлексивний складник математичної компетентності, зокрема через те, що учні більш повно починають усвідомлювати значущість стереометрії та свій рівень володіння знаннями зі стереометрії, а також особистісний складник математичної компетентності.

Загалом, дидактично виважене застосування репродуктивних та інноваційних модифікацій творчих методів навчання (мейкерство, метод проектів, гейміфікація) перетворює традиційне навчання стереометрії майбутніх робітників машинобудівного профілю на компетентнісно орієнтоване та більш ефективно впливає на формування в учнів математичної компетентності.

2.4. Організація групової та індивідуальної роботи учнів ЗП(ПТ)О під час навчання стереометрії

Реалізація компетентнісно орієнтованої методики навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю передбачає при виборі форм роботи враховувати стилі навчання учнів. Особливо це стосується організації індивідуальної роботи на уроці.

Під час експериментального навчання проведено анкетування з визначення стилю навчання (дивергентний, асимілятивний, конвергентний, акомодативний) за опитувальником Д. Колба (див. Додаток В). У анкетуванні взяли участь 124 учні ЗП(ПТ)О Запорізької та Черкаської областей. Результати систематизовано в табл. 2.5.

Таблиця 2.5

Результати анкетування щодо визначення стилю навчання

Стиль навчання	Кількість респондентів
Дивергентний	25 %
Асимілятивний	27,42 %
Конвергентний	22,58 %
Акомодаційний	25 %

В експериментальній групі перед початком виконання завдань викладач мав акцентувати увагу на кількох важливих моментах.

По-перше, варто наголосити, чому учні повинні робити це завдання, а не якесь інше. Наприклад, запропоновано завдання: «Дано куб $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$. Зазначте взаємно перпендикулярні пряму та площину». Дивергентам потрібно наголосити, що, виконавши це й подібні завдання, вони навчаться швидко визначати взаємне розміщення об'єктів, а під час виробничого навчання зможуть створити правильну, а не «перекошену» модель виробу.

По-друге, треба акцентувати на тому, що саме потрібно робити.

Асимілянти потребують чіткого пояснення теоретичного матеріалу, зосередження уваги на зв'язках. Наприклад, подати теоретичний матеріал через графіки та схеми. Також доцільно, наприклад, у ході вивчення теми «Кут між площинами» наголошувати на тому, що для знаходження кута між площинами використовують прямокутний трикутник та відому зі школи теорему Піфагора. На початку вивчення теми «Координати й вектори і просторі» зазначити, що це подібний матеріал до того, який проходили у школі, лише додана нова координата.

По-третє, учні повинні знати, як робити / розповісти / прописати алгоритм, за яким потрібно виконати завдання.

Наприклад, під час виконання завдання «За допомогою отриманих розгортки, клею та ножиць створити прямокутний паралелепіпед, знайти площу його повної поверхні» конвергентам потрібно чітко визначити алгоритм завдання:

- 1) вирізати розгортку;
 - 2) правильно склеїти частини розгортки;
 - 3) отримати фігуру прямокутного паралелепіпеда;
 - 4) за допомогою лінійки виміряти величини (довжину, ширину, висоту) прямокутного паралелепіпеда;
 - 5) отримані величини підставити до формули площі повної поверхні прямокутного паралелепіпеда;
 - 6) обчислити площу повної поверхні прямокутного паралелепіпеда.
- Конвергенти за алгоритмом самостійно можуть виконати запропоноване завдання.

По-четверте, учням варто пояснити, навіщо робити завдання (аргументувати практичне значення).

Наприклад, у процесі виконання завдання «Троє мандрівників приїхали до Львова поглянути на красу міста. Вони гуляли в парку ім. Івана Франка та вирішили завітати до славетної «Криївки». Дивлячись на карту, підкажіть мандрівникам, як швидше дістатися до «Криївки» із Парку ім. Івана Франка?» акомодантам доцільно показати практичне значення завдання. Для продуктивного навчання потрібно дати змогу самостійно розв'язувати завдання. Для правильного засвоєння матеріалу необхідно лише корегувати отримані висновки з завдання.

Під час підготовки до уроку доцільно звертати увагу на те, щоб завдання було розроблене й виконане так, аби кожен учень міг працювати в комфортному режимі. Для цього на кожному уроці викладач проговорює чотири основні

моменти: «Чому Ви маєте це знати?», «Чому це працює, а не інше?», «Як це працює? (алгоритм)», «Практика».

Серед умінь, яким повинен володіти робітник, особливе місце посідає вміння командної роботи, що, за результатами Світового економічного форуму в Давосі, входить до переліку 10 найважливіших соціальних умінь, необхідних для досягнення успіху. Такі вміння майбутніх робітників машинобудівного профілю можливо формувати й на уроках стереометрії.

На першому році навчання організація групової роботи учнів ЗП(ПТО) є досить важкою, особливо для молодого викладача. Група учнів, які вчаться за однією спеціальністю, не одразу може стати колективом і злагоджено працювати на уроках стереометрії. Самостійно створюючи команду для роботи на уроці, учні майже ніколи не виходять із зони комфорту й вибирають тих, із ким заприятелювали на початку. На нашу думку, для того, щоб учні розвивалися як особистості (для цього їм потрібно виходити з зони комфорту), викладачу доцільно на початку самостійно утворювати команди для спільної роботи на уроці. У такій ситуації учасники ззовні утвореної команди мають знаходити спільну мову, вчитися слухати та дослухатися до думки інших, знаходити спільний розв'язок завдання.

Для того щоб команда змогла повною мірою виявити себе й показати високий результат, дослідник Б. Такмен [249] створив теорію формування команди. На його переконання, кожна команда проходить п'ять етапів розвитку (рис. 2.4.1).



Рис. 2.4.1. Етапи розвитку команди (за Б. Такменом [249]).

Перший етап – «Формування». Характеристика етапу формування:

- кожен член групи має невпевненість та страх;
- самопрезентація все ще дуже пов'язана з ролями поза межами команди;
- учасники налагоджують перші контакти;
- команда орієнтована на викладача;
- необхідна професійна компетентність викладача.

На першому етапі формування групи для роботи над завданням викладачеві доцільно:

- підтримувати контакти, розвивати довіру й відкритість, спонукати учасників до комунікації в команді;
- надавати учасникам можливість представити себе;
- пояснювати правила, надавати інформацію про завдання, окреслювати роль викладача;
- пояснити інтереси та очікування учасників;
- дійти згоди щодо цілей проекту.

Другий етап «Шторм» («Структурування»). Характеристика етапу:

- учасники вже створили певний образ себе та прагнуть визнання в команді;
- у команді виникають і виявляються специфічні ролі;

- суперництво, конфлікти в команді;
- створення під команд;
- команда все ще орієнтована на викладача;
- компетентність викладача підлягає сумніву.

На цьому етапі викладач повинен:

- забезпечити комунікацію;
- надавати перевагу роботі в маленьких під командах;
- допускати появу конфліктів;
- не ставати на чийсь бік;
- дотримуватися плану, прозорості, надавати можливість дискутувати

щодо методів і т. ін.

Третій етап «Нормування» («Інтеграція»). Характеристика етапу:

- відкритість і довіра;
- збереження «обличчя» уже не настільки важливо;
- початок реальної співпраці;
- маленькі підкоманди працюють більш інтенсивно;
- виникають «зв'язки»;
- учасники старанно працюють на досягнення цілей.

На цьому етапі викладач має:

- зосередитися на завданнях та цілях;
- підтримувати креативність;
- балансувати між завданнями – потребами команди – індивідуальним простором;
- пояснювати кроки навчального процесу;
- мотивувати;
- обговорювати конфлікти;
- переглядати цілі проекту.

Четвертий етап – «Виконання». Характеристика етапу:

- учасники визначились у своїх ставленнях одне до одного;
- здоровий баланс між потребами команди й кожного її учасника;
- особистий досвід інтегрується в груповий процес навчання;
- викладача сприймають як консультанта;
- «золотий вік» для виконання завдань: група зосереджена на змісті, з'являється ініціативність.

На цьому етапі викладачеві доцільно:

- забезпечити особисту відповідальність кожного з учасників;
- дозволити учасникам команди взаємодіяти один з одним;
- підтримувати співпрацю;
- консультувати та координувати;
- підтримувати планування завдання;
- забезпечити кожному доступ до результатів;
- надавати час для роботи в маленьких підкомандах;
- оцінювати для закріплення результатів навчання.

П'ятий етап – «Закриття». Характеристика етапу:

- учні починають орієнтуватися на зовнішні цілі;
- тиск справ, які ще треба зробити;
- роздуми щодо майбутніх перспектив;
- команда розпадається.

На цьому етапі викладач повинен:

- підбити підсумки;
- пов'язати результати завдання з майбутнім;
- аналізувати завдання;
- підтримати тих, хто переживає через розпад групи.

Під час експерименту учні першого року навчання в другому семестрі працювали над проектом «Покажи й розкажи» із теми «Паралельність прямих і

площин у просторі». Для реалізації проекту викладачеві необхідно окреслити правила групової роботи. Наприклад, кожен учень у команді мав:

- чути іншого;
- поважати думку іншого;
- створювати й підтримувати атмосферу довіри;
- чітко формулювати свою думку;
- перепитувати та уточнювати, коли не зрозуміло;
- розв'язувати конфлікти;
- планувати порядок дій.

Доцільно акцентувати на тому, щоб кожен учень стежив за тим, щоб усі були залучені до роботи. Також викладач мав надати повну інформацію про проект: мета, завдання, ролі, результати, за що і як буде оцінений учень, кількість балів. Учні мали змогу «проговорити» свої очікування. Під час виконання проекту учні вибирали соціальну мережу «Telegram» для обговорення проекту. Викладач ненав'язливо контролював процес, ставав медіатором у конфліктних ситуаціях, підтримував креативні ідеї учнів (пов'язані з редагуванням відео) та мотивував учнів. Після роботи над проектом «Покажи й розкажи» із теми «Паралельність прямих і площин у просторі» кожен учень особисто відповідав за успішний результат команди.

Після завершення роботи над проектом викладач проводив рефлексію в командах. Із командами учнів обговорювали такі запитання:

1. Як спрацювала Ваша команда?
2. Скільки учасників працювали активно?
3. Наскільки активно працювали особисто Ви?
4. Чи заохочували мовчазних учасників у Вашій команді?
5. Чи заохочували мовчазних учасників особисто Ви?
6. Скільки запитань Ви поставили?
7. Скільки ідей Ви записали?

8. Наведіть один приклад, чого навчилися особисто Ви?
9. Наведіть один приклад, чого навчився інший учасник?
10. Що зробити, щоб наступний раз покращити результат команди?

Відповідаючи на ці запитання, учні мали змогу зрозуміти важливість не тільки власної роботи, а й роботи всієї команди, побачити свої успіхи й недоліки, над якими варто попрацювати.

Наприклад, реаловано групову роботу під час гри «Зефірний виклик» із теми «Аксиоми стереометрії та наслідки з них» у ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю. Мета застосування цієї гри – допомогти учням зрозуміти, як аксиоми стереометрії працюють на практиці.

Перед початком виконання завдання доцільно звернути увагу на чотири основні моменти: «Чому Ви маєте це знати?», «Чому це працює, а не інше?», «Як це працює? (алгоритм)», «Практика», узявши до уваги стилі навчання учнів.

Умова: учнів розподіляють на команди по 4 особи; кожна команда отримує комплект матеріалів: 20 спагетинок, 91 см скотчу паперового, 91 см нитки для в'язання, 1 зефір.

Завдання 1: за 18 хвилин команда, використовуючи тільки надані матеріали, повинна побудувати стійку конструкцію, на вершині якої буде розташований зефір, який можна розрізати чи проколювати. Переможе та команда, у якої буде найвища стійка конструкція.

У процесі роботи учні мають знайти спільний розв'язок цієї задачі, керуючись знаннями про аксиоми стереометрії та їхні наслідки. Основним викликом для команди стає завдання побудувати основу конструкції, яка буде стійкою та утримуватиме зефір. Один із можливих варіантів розв'язання цього завдання базований на наслідку з аксіом стереометрії (через три точки, що не лежать на одній прямій, можна провести площину й до того ж тільки одну). Ще один варіант пов'язаний із застосуванням аксіом стереометрії: якщо дві різні

площини мають спільну точку, то вони перетинаються по прямій, яка проходить через цю точку; через дві прямі, що перетинаються, можна провести площину й до того ж тільки одну; наслідку з них: через пряму й точку, що не лежить на ній, можна провести площину, до того ж тільки одну. Інший варіант, коли команда впроваджує наслідок з аксіом стереометрії: через три точки, що не лежать на одній прямій, можна провести площину й до того ж тільки одну

У процесі роботи над завданням викладач має брати до уваги типи темпераменту учнів та скеровувати деяких учнів. Коли збігає 18 хвилин, викладач визначає стійкість конструкції, побудованої кожною командою, вимірює її висоту та оголошує переможців.

Використання гри «Зефірний виклик» у ході вивчення теми «Аксіоми стереометрії та наслідки з них», з одного боку, дає змогу учням провадити реальну діяльність, пов'язану з розв'язуванням конкретного навчального завдання, а з іншого – почуватися вільно й розкуто. Це допомагає формувати математичну компетентність учнів.

Необхідно навести приклад реалізації групової роботи під час розв'язування завдання «Шифрувальник» із теми «Формули для обчислення довжини, кута між векторами, відстані між двома точками» для учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю. Викладач роздає картки із завданнями й шифр, пропонує командам розшифрувати закодоване словосполучення. Приклад одного з варіантів гри «Шифрувальник» представлено в завданні 2.

Завдання 2. Одна з найпопулярніших відеоігор має назву... Для того щоб закінчити фразу та дізнатися назву однієї з найпопулярніших відеоігор усіх часів і народів, вам необхідно розв'язати подані нижче завдання. Кожна відповідь – цифра, яка відповідає букві українського алфавіту. Знайдіть за порядком цифри відповіді до кожного завдання та підставте їх у ключ. Із букв отримаєте назву відеогри.

- На якій відстані від початку координат розташована точка А (0; 0;11)?

- Знайдіть координати середини відрізка АВ, якщо А (-7; 2; 4) і В (5; 8; -2). Для відповіді візьміть координату за віссю ОУ.
- Точка D – середина відрізка CF. Знайдіть координати точки С (x; y; z), якщо точка F (3; -6; 8). Для відповіді візьміть координату за віссю OZ.
- Знайдіть координати вектора АВ, якщо А (-13; 4; 15) і В (-4; 11; -2). Для відповіді візьміть координату за віссю ОХ.
- Знайдіть довжину вектора $\vec{a}(-7; -12; 3)$.
- За якого значення x довжина вектора $\vec{a}=20$, $\vec{a}(x, 5, 14)$?
- Знайдіть $\vec{c} = \vec{a} + \vec{b}$, якщо $\vec{a}(3;15;11)$, $\vec{b}(-2;10;4)$. Для відповіді візьміть координату за віссю ОУ.
- Знайдіть $\vec{c} = \vec{a} - \vec{b}$, якщо $\vec{a}(27;-16;24)$, $\vec{b}(-6;11;5)$. Для відповіді візьміть координату за віссю OZ.
- Знайдіть $\vec{c} = -4\vec{b}$, якщо $\vec{b}(-5; 0; -1)$. Для відповіді візьміть координату за віссю ОХ.
- Чому дорівнює скалярний добуток векторів $\vec{c}(-3;2;2)$, $\vec{d}(-4;2;1)$?

А	Б	В	Г	Ґ	Д	Е	Є	Ж	З	И	І	Ї	Й	К	Л	
1	2	3	4	6	7	5	8	10	11	12	9	14	17	20	22	
М	Н	О	П	Р	С	Т	У	Ф	Х	Ц	Ч	Ш	Щ	Ь	Ю	Я
13	23	15	16	18	19	24	21	25	26	27	28	29	30	31	32	33

Очікувана відповідь: Супер Маріо.

Після завершення командної роботи учням разом із викладачем доцільно обговорити результати, помилки та правильні відповіді.

Реалізуючи групову роботу на уроці з теми «Об'єми геометричних тіл», викладач заздалегідь розробляє бейджі (їхня кількість має дорівнювати кількості учнів), на яких фоном слугують три кольори: синій, червоний, жовтий. На фоні є три фігурки: коло, квадрат, трикутник. Ці фігурки також 3 кольорів: зелений, фіолетовий, рожевий. Перед початком заняття учні, заходячи до аудиторії, вибирають собі бейдж, який їм до вподоби.

На початку уроку викладач повідомляє умови роботи на уроці та критерії, за якими буде оцінений результат. На першому етапі учні мають утворити команди за кольором фону на своєму бейджі, тобто повинні сформуватися команда синіх, червоних, жовтих. Утворені команди мають розв'язати своє завдання. За правильність розв'язання завдання кожен учасник команди отримає 4 бали відповідно. На розв'язування першого завдання потрібно до 10 хвилин.

Завдання 3. Синя команда. Увідповідніть об'єм фігури й числове значення.

1	Об'єм піраміди з площею основи 6 см^2 і висотою 12 см .	А	36 см^3
2	Об'єм куба з ребром 3 см .	Б	27 см^3
3	Об'єм прямокутного паралелепіпеда з вимірами 3 см , 4 см , 6 см .	В	24 см^3
4	Об'єм призми з площею основи 12 см^2 і висотою 3 см .	Г	72 см^3
		Д	12 м^3

Жовта команда. Увідповідніть об'єм фігури й числове значення.

1	Об'єм піраміди з площею основи 9 см^2 і висотою 7 см .	А	10 см^3
2	Об'єм куба з ребром 2 см .	Б	45 см^3
3	Об'єм прямокутного паралелепіпеда з вимірами 1 см , 2 см , 5 см .	В	15 см^3
4	Об'єм призми з площею основи 15 см^2 і висотою 3 см .	Г	21 см^3
		Д	8 см^3

Червона команда. Увідповідніть об'єм фігури й числове значення.

1	Об'єм піраміди з площею основи 8 см^2 і висотою 6 см.	А	10 см^3
2	Об'єм куба з ребром 4 см.	Б	32 см^3
3	Об'єм прямокутного паралелепіпеда з вимірами 1 см, 2 см, 6 см.	В	16 см^3
4	Об'єм призми з площею основи 16 см^2 і висотою 2 см.	Г	12 см^3
		Д	64 см^3

Після завершення роботи над першим завданням викладач перевіряє правильність виконання та розподіляє бали кожному учню. На наступному етапі учні мають перегрупуватися за фігуркою, яка є в них на бейджі. Новоутворені три команди: кружків, квадратиків, трикутників – переходять до виконання наступного завдання протягом 15 хвилин. Кожен учасник команди в разі правильного розв'язання завдання отримує 4 бали.

Завдання 4. Кожній команді надають комплект із чотирьох фігур: циліндр, конус, куб. Використовуючи сантиметр, треба знайти лінійні виміри (висота, діаметр основи, твірна) та об'єм геометричних фігур. У кожної команди свій за розмірами комплект геометричних фігур.

Після завершення роботи над другим завданням викладач перевіряє правильність та розподіляє бали командам. Якщо команда отримала найвищий бал, то всі учасники команди теж мають такий результат.

На третьому етапі учні мають знову перегрупуватися за кольором фігурки на своєму бейджі. Новоутворені команди: зелені, фіолетові, рожеві – повинні виконати останнє завдання протягом 10 хвилин. Кожен учасник команди в разі правильного розв'язання завдання отримує 4 бали.

Завдання 5. За допомогою розгортки, клею та ножиць побудувати тетраедр та знайти його об'єм.

У кожної команди своя за розмірами розгортка тетраедра.

Після завершення роботи над третім завданням викладач перевіряє правильність виконання та розподіляє бали командам. Кожен учень сумує свої бали, зароблені на уроці, дізнається про свою оцінку за урок.

Отже, розв'язуючи завдання в командах, майбутні робітники машинобудівного профілю вчаться комунікувати між собою та виявляють індивідуальні якості під час спільної роботи. Викладачу в цей час доцільно допомагати учням, корегувати їхню роботу, скеровувати, бути модератором.

Для організації індивідуальної роботи на уроці важливий правильний добір завдань для розв'язування, з огляду на індивідуальні особливості учнів. Це дасть змогу викладачеві поступово долати дистанцію між учнівським «не вдається» та «вдається», демонструвати учневі його прогрес. При цьому учень порівнює свої досягнення з попередніми результатами. У такий спосіб викладач стимулює учня до навчання, показує його успіхи та можливості досягти більших результатів.

Нижче подано приклад організації індивідуальної роботи в ході вивчення тем стереометрії у ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю за допомогою онлайн-інструментів «LearningApp» [135], «WordWall» [134].

Завдання 6. Виберіть пари, які підходять одна одній (рис. 2.2.4.).



Рис. 2.2.4. Завдання «Знайди пару»

Завдання 7. На рисунку зображено куб $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$. Зазначте пару мимобіжних прямих.



Рис. 2.2.5. Гра «Вікторина».

Завдання 8. Увідповідніть розгортку геометричного тіла та назву цього тіла (рис. 2.2.6).

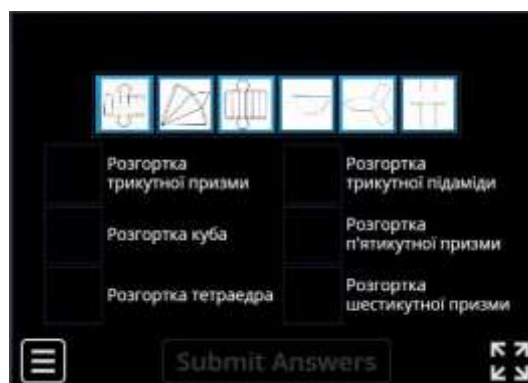


Рис. 2.2.6. Гра «Знайди пару»

Під час організації групової та індивідуальної роботи доцільно проводити рефлексію на різних етапах уроку, використовуючи онлайн-сервіс «Mentimeter» [114], що дає змогу створювати презентації, у межах яких можна проводити опитування, вікторини, отримуючи миттєвий зворотний зв'язок з учнями. Напередодні уроку викладачеві варто розробити презентацію на сайті «Mentimeter». Сервіс створить спеціальний код, який на уроці учні мають

ввести в цьому додатку на своїх мобільних пристроях. Після введення коду учні можуть бачити слайди презентації в себе на телефоні та відповідати на поставлені викладачем запитання. Відповіді миттєво будуть відображатися на загальній презентації. Важливе уточнення – сервіс не є персоніфікованим (викладач не бачить, хто з учнів, як відповів). Для оцінювання успішності він не доцільний. Однак може допомогти відстежити, як учні вчаться вчитися, оскільки результати кожного опитування зберігаються. Учні відповідають більш розкуто, коли знають, що за неправильну відповідь ніхто не дорікатиме.

Під час експериментального навчання онлайн-сервіс «Mentimeter» був застосований у ході рефлексії на уроці. Для рефлексії настрою майбутніх робітників машинобудівного профілю пропонували на початку уроку відповісти на запитання: «Який у тебе настрій на початку уроку?». Усі учні набирали зазначений код та голосували через мобільний телефон, результати одразу з'являлися на екрані, була зазначена кількість тих, хто проголосував. Викладач бачив, у якому емоційному стані перебуває група, зробивши висновки, міг корегувати навчальний процес. Наприкінці уроку учні ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю голосували у відповідь на запитання «Урок тобі сподобався?». Голосування допомагало викладачеві зрозуміти, як учні сприйняли урок. Протягом уроку учням давали змогу проголосувати у відповідь на запитання «Як сприйняли отриману інформацію?», щоб провести рефлексію діяльності. Зазвичай, коли викладач безпосередньо запитує в учнів «Чи все зрозуміло?», більшість із них відмовчується, кілька осіб каже «Так, зрозуміло» і викладач іде далі. Пропоновані анонімні голосування сприяли більшій відкритості учнів. Викладач краще розумів, із яким темпом насправді учні засвоюють матеріал, допомагав їм пов'язати нову інформацію з відомою.

Наприкінці уроку викладач пропонував учням відповісти на два запитання: «Сьогодні я дізнався / дізналася про...», «Отримані знання я використаю, коли...» та вписати у відповідь три слова (варіанти можуть

змінюватися), які характеризують зміст пройденого на уроці навчального матеріалу. Спочатку такі запитання спантеличили учнів ЗП(ПТ)О, однак поступово вони привчилися давати на них відповіді. Викладач допомагав учням усвідомити зв'язок теми, що вивчають, із сьогоденням та тією професією, яку вони вибрали.

Отже, організація індивідуальної та групової роботи в ході вивчення стереометрії дає широкі можливості для формування математичної компетентності майбутніх робітників машинобудівного профілю. Отримання зворотного зв'язку від учнів під час індивідуальної та групової роботи на уроці допомагає викладачеві корегувати процес навчання. Контекст проблеми дослідження зумовлює потребу в удокладненні компетентнісно орієнтованих задач як ефективного засобу формування математичної компетентності майбутніх робітників машинобудівного профілю.

2.5. Компетентнісно орієнтовані задачі зі стереометрії у ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю.

Необхідний складник компетентнісно орієнтованої методики навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю – засоби навчання. В. Краєвський, І. Лернер [160], Н. Тарасенкова [153] розрізняють матеріальні, моторні та інтелектуальні засоби навчання. Матеріальні засоби навчання: підручники й посібники з математики, навчальне обладнання, педагогічні програмні засоби. Моторні засоби навчання: спостереження, досліди, експерименти, демонстрація практичного застосування об'єкта вивчення. Інтелектуальні засоби навчання: досвід та знання, що становлять зміст навчання, вправи й задачі, математичний тезаурус учнів.

У руслі порушеної проблеми ефективно формування математичної компетентності вимагає педагогічно доцільного поєднання всіх названих

засобів навчання. Формування математичної компетентності учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю необхідно організовувати поступово, забезпечуючи дидактично виважений перехід від розв'язування математичних задач (для формування фактологічного рівня математичної компетентності (за Н. Тарасенковою [152])) до розв'язування компетентнісних задач (проектів) (для формування праксеологічного рівня математичної компетентності). Такий перехід можливий за умов педагогічно доцільного використання компетентнісно орієнтованих задач. Н. Тарасенкова [151] наголошує, що за фабулою компетентнісно орієнтовані задачі наближені до компетентнісних задач, але за структурою та змістовою специфікою є математичними задачами.

В основу нашого дослідження взято виділені Н. Тарасенковою [151] етапи формування математичної компетентності: фактологічний, буферний і праксеологічний. Засобами навчання для формування фактологічного рівня математичної компетентності виступають традиційні математичні завдання (М-задачі). Засобом навчання при буферному етапі формування математичної компетентності є компетентнісно орієнтовані задачі. Засобами навчання для формування безпосередньо праксеологічного рівня математичної компетентності виступають компетентнісні задачі.

Схарактеризуємо кожну з цих за задач (за Н. Тарасенковою [151]).

- М-задача – традиційне математичне завдання. Наприклад: «Знайти відношення об'ємів двох куль, радіус яких дорівнює 3 і 6 см».

Особливості будови задачі:

1. Сюжет : відсутній.
2. Несуттєві дані відсутні.
3. Склад умови : 1) об'єм кулі; 2) радіус куль 3 і 6 см.
4. Вимога пряма: 1) знайти відношення; 2) знайти об'єми куль.
5. Вимога прихована: відсутня.
6. Побудова тексту: вимога – умова.

Особливості розв'язування :

1. Математизація ситуації: не потрібна.
2. Нехтування несуттєвими даними: відсутнє.
3. Емоційний блокатор : відсутній.
4. Схема початку розв'язування: Що дано? Що треба знайти?

➤ Компетентнісно орієнтована задача – за фабулою наближена до компетентнісної задачі, за змістовою специфікою є математичним завданням. Наприклад: «Трубу завдовжки 4,7 м, діаметром 127 мм розрізали уздовж. Якою буде площа утвореного розрізу?».

Особливості будови задачі:

1. Сюжет : наявний.
2. Несуттєві дані відсутні.
3. Склад умови: 1) довжина 4,7 м; 2) діаметр 127 мм.
4. Вимога пряма: знайти площу перерізу.
5. Вимога прихована: знайти спосіб розв'язування.
6. Побудова тексту: умова – вимога.

Особливості розв'язування:

1. Математизація ситуації: потрібна.
2. Нехтування несуттєвими даними: відсутнє.
3. Емоційний блокатор: незначний.
4. Схема початку розв'язування: що дано? Що треба знайти?

➤ Компетентнісна задача – задача яка складається з сюжету, додаткових відомостей, постановки питань. Наприклад: «Олегу у спадок дісталася ділянка землі, яка знаходиться у с. Червона Слобода Черкаської області. Він вирішив побудувати на цій ділянці будинок. Розмір ділянки 0,25 га. Олег привіз будівельні матеріали і щоб їх не вкрали, надумав поставити огорожу. Суцільний паркан заввишки 2 м коштує приблизно 1100-1200 грн за погонний метр. Скільки Олегу коштуватиме побудувати огорожу власної ділянки землі?»

Особливості будови задачі:

1. Сюжет: наявний.
2. Несуттєві дані наявні.
3. Склад умови: 1) ділянка 0,25 га; 2) ціна огорожі 1100-1200 грн за метр.
4. Вимога пряма: обчислити вартість огорожі.
5. Вимога прихована: 1) виявити та відокремити несуттєві дані; 2) знайти спосіб розв'язування.
6. Побудова тексту: непотрібні дані – умова – вимога

Особливості розв'язування:

1. Математизація ситуації: потрібна.
2. Нехтування несуттєвими даними: потрібне.
3. Емоційний блокатор: середній.
4. Схема початку розв'язування: Що треба знайти? Що для цього треба знати? Що дано?

Розроблена нами компетентнісно орієнтована методика навчання стереометрії передбачає використання здебільшого математичних та компетентнісно орієнтованих задач. Компетентнісні задачі, на нашу думку, не виходять за межі навчальної програми, але потребують значно більше часу для опрацювання даних та знаходження способу розв'язування, тому реалізуються нами в проєктній навчальній діяльності учнів.

Взявши за основу роботу Н. Тарасенкової [151], перетворення математичної задачі на компетентнісно орієнтовану можливе з урахуванням певних рекомендацій.

Будь-яка компетентнісно орієнтована задача будується шляхом розгортання сюжету. Сюжет – це життєва ситуація, учасниками якої можуть бути і самі учні. Розгортання сюжету здійснюється шляхом постановки запитання чи завдання. У компетентнісно орієнтованій задачі ставиться одне

завдання чи одне запитання. Далі пропонується умова задачі. Можливий і другий варіант, коли умова задачі йде одразу після розгортання сюжету, а вже потім ставиться завдання чи запитання.

Нижче наведемо приклад перетворення математичної задачі на компетентнісно орієнтовану.

Математична задача [13]: Обчисліть площу поверхні зрізаного конуса, якщо діаметр меншого кола 18 см, більшого – 36 см, висота – 24 см.

Компетентнісно орієнтована задача: Скаліченій собаці необхідно мати захисний комірць для швидшого одужання. Обчисліть площу поверхні такого комірця, якщо в зробленому власноруч засобі захисту діаметр меншого кола становить 18 см, більшого – 36 см, висота – 24 см.

Необхідність використання системи компетентнісно орієнтованих задач для формування математичної компетентності майбутніх робітників машинобудівного профілю обґрунтована в п. 1.3 дисертації. Система компетентнісно орієнтованих задач має бути структурована відповідно до складників математичної компетентності майбутніх робітників машинобудівного профілю (п. 1.3). Нижче представлена така система для учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю.

Задачі для формування аксіологічного складника математичної компетентності

Задача 1. Чому мотоцикл із коляскою (рис. 2.5.1) стоїть на дорозі стійко, а мотоциклу без коляски (рис. 2.5.2) потрібна додаткова опора?



Рис. 2.5.1. Мотоцикл із коляскою.



Рис. 2.5.2. Мотоцикл без коляски.

Ця задача належить до групи задач для формування мотиваційного компонента математичної компетентності.

У ході опанування теми «Аксиоми стереометрії. Взаємне розміщення прямих у просторі» після повідомлення учням мети й завдань уроку для мотивації навчальної діяльності доцільно запропонувати розв'язати задачу.

Задача 1. У процесі обговорення з учнями відповіді до задачі викладач підводить до того, що є істинні твердження, які відповідають формам і відношенням, простежуваним навколо нас. Такі твердження називають аксіомами. Потім іде виклад основного теоретичного матеріалу. Унаслідок обговорення в учнів виникає розуміння, як теорія перетинається з практикою, та зникає запитання «Де це трапляється в житті?».

Задача 2. Розгляньте план частини міста Черкаси, Україна (рис. 2.5.3).



Рис. 2.5.3. План частини міста Черкаси, Україна

- 1) Яке взаємне розміщення вулиць Смілянська та Сумгайтська?
- 2) Яке взаємне розміщення вулиць Благовісна та Ільїна?
- 3) Яке взаємне розміщення бульвару Шевченка та вулиці Смілянська?
- 4) Яке взаємне розміщення вулиць Хрещатик та Остафія Дашкевича?

Задачу 2 варто запропонувати на уроці з теми «Взаємне розміщення прямих у просторі» для мотивації навчальної діяльності учнів. Після розв'язання учнями задачі викладач наголошує на тому, як зіставлені геометричні об'єкти в реальному світі.

Задачі 1 і 2 належать до групи КО-задач (додаток Г), призначених для формування аксіологічного складника математичної компетентності. Розв'язування таких завдань посилює актуальність навчальної теми, доводить те, що стереометрія з'явилася внаслідок практичної потреби, а не вигадки.

Задачі для формування когнітивного складника математичної компетентності

Задача 3. Чому можна одночасно висунути всі шухляди тумбочки (рис. 2.5.4)? Відповідь обґрунтуйте.



Рис. 2.5.4. Тумбочка

Задача 3 доречна для розв'язання на уроці з теми «Властивості паралельних площин» на етапі засвоєння нових знань. Мета розв'язання задачі 3

– сформувати в учнів знання про те, як працює властивість паралельних площин: дві площини паралельні до третьої, паралельні між собою.

Задача 4. Яким многокутником може бути тінь будинку ООН у Нью-Йорку (рис. 2.5.5), тінь від світильника у формі куба (рис. 2.5.6), тінь від піраміди Хеопса (рис. 2.5.7)? Відповідь обґрунтуйте.



Рис. 2.5.5. Будівля ООН



Рис. 2.5.6 Світильник



Рис. 2.5.7. Піраміда Хеопса

Задачу 4 варто запропонувати учням розв'язати на уроці з теми «Зображення фігур у стереометрії», на етапі засвоєння нових знань. Мета розв'язування задачі 4 – вчити учнів розуміти й правильно зобразити геометричні тіла на площині.

Задачі 3 і 4 належить до групи КО-задач (додаток Г), спрямованих на формування когнітивного складника математичної компетентності. Розв'язання таких задач посилює запам'ятовування математичних понять, фактів, правил. Це також позитивно впливає на успішність опанування дисциплін професійно-теоретичної підготовки.

Задачі для формування діяльнісного складника математичної компетентності

Задача 5. Побудуйте в зошиті зображення фігури, форму якої має пакування з-під молока (рис. 2.5.8), шматок сиру (рис. 2.5.9), дитячий манеж (рис. 2.5.10).



Рис. 2.5.8. Пакування з-під молока



Рис. 2.5.9. Шматок сиру



Рис. 2.5.10. Дитячий манеж

Задача 5 доречна на уроці з теми «Зображення фігур у стереометрії», на етапі застосування знань. Метою розв'язування задачі є формування в учнів умінь зіставляти предмети та їхні геометричні аналоги, зображати ці предмети довкілля на площині, як геометричні фігури, за правилами вибраного виду проектування.

Задача 6. Міні «Bluetooth» динамік (рис. 2.5.11) для мобільного телефона має форму циліндра. Обчисліть площу поверхні міні Bluetooth динаміка, якщо діаметр його основи – 80,7 мм, а висота – 38,6 мм.



Рис. 2.5.11. Міні Bluetooth динамік

Задачу 6 варто запропонувати розв'язати учням на уроці з теми «Площа поверхні циліндра», на етапі закріплення нових умінь. Мета розв'язання задачі – закріпити вміння знаходити площу бічної та повної поверхонь циліндра.

Задачі 5 і 6 належить до групи КО-задач (додаток Д), спрямованих на формування діяльнісного складника математичної компетентності. Мета розв'язування таких задач – поступовий перехід від фактологічного до праксеологічного рівня математичної компетентності. Також учні відпрацьовують вміння застосовувати знання на практиці. Це стає основою для продуктивної роботи учнів під час виробничої практики.

Задачі для формування

рефлексивного складника математичної компетентності

Задача 7. Чи можна стверджувати, що собака (просторова фігура) та її тінь (зображення фігури на площині) є об'єктами паралельного проектування (рис. 2.5.14)? Відповідь обґрунтуйте.



Рис. 2.5.14. Собака та її тінь

Задача 7 доречна на уроці з теми «Паралельне проектування та його властивості», на етапі систематизації знань. Мета розв'язування задачі – діагностика засвоєних знань про паралельне проектування, їх корегування в разі необхідності.

Задача 8. Як швидше перейти дорогу: прямо чи в обхід (рис. 2.5.15)?



Рис. 2.5.15. Пішохідний перехід

Задача 8 потрібна на уроці з теми «Відстань від точки до прямої, від точки до площини», на етапі систематизації знань. Це завдання має на меті діагностувати засвоєння знань про відстань між точкою і площиною, за необхідності скорегувати їх.

Задачі 7 і 8 належать до групи задач (додаток Е) на формування рефлексивного складника математичної компетентності. Метою розв'язування

таких задач є діагностика навчальних знань учнів. Викладач аналізує, як учні просуваються від навчальної мети уроку до результату уроку та за необхідності коректує навчальний процес.

Компетенісно орієнтовані задачі спрямовані на розвиток прaxeологічного рівня математичної компетентності. Це відбувається на буферному етапі, коли учнів доцільно привчати до способів і засобів математизації ситуацій, описаних в сюжеті задачі, тобто відбувається навчання математичного моделювання, опанувати яке учні мають принаймні на прематематичному, тобто інтуїтивному, рівні.

Нижче наведено приклади компетентнісно орієнтованих задач, спрямованих на формування прaxeологічного рівня математичної компетентності:

Задача 9. Щоб побудувати ферму для мурах, необхідно контейнер засипати піском на його $\frac{2}{3}$ та запустити туди мурах. Скільки грамів піску необхідно, щоб заповнити контейнер розміром $11 \times 13 \times 4$ см. ? (Щільність піску $1,7 \text{ г/см}^3$)

Задача 10. Скільки грам становить більярдна куля, якщо радіус такої кулі $3,4$ см, а щільність матеріалу, з якого вона зроблена, дорівнює $1,066 \text{ г/см}^2$?

Задача 11. На карті визначено координати місця знаходження чорного автомобіля BMW $(33; 18; 0)$ і координати білого автомобіля Mazda $(-17; 9; 0)$.

Задача 12. Координати станції технічного огляду знаходяться на середині між цими двома автомобілями. Визначте координати станції технічного огляду.

Задача 13. Оленка посадила деревце і, щоб воно не впало від вітру, поставила опору. Знайдіть проекцію опори, якщо довжина її від землі до дерева 17 дм, а довжина дерева від землі до опори 15 дм.

Задача 14. У походах для приготування їжі часто використовують триногу. Чому підставка з такою кількістю "ніг" є стійкою?

Задача 15. В'єтнамський капелюх для захисту від сонця має форму конуса. Каркас капелюха роблять з пальмового листа, а потім капелюх покривають шовком. Скільки шовку потрібно на виготовлення одного капелюха, якщо діаметр основи 43 см, а висота – 24 см? (На шви йде 10% від загальної кількості витраченого шовку).

Задача 16. Чому дорівнює кут між клавішами фортепіано?

Задача 17. Оксана і Олеся приїхали до Києва поглянути на красу міста. Вони гуляли біля Золотих воріт та вирішили піти до Арки дружби народів. За допомогою онлайн-карти допоможи дівчатам прокласти маршрут, щоб якнайшвидше дістатися Арки дружби народів.

Під час дослідження розроблено систему компетентісно орієнтованих завдань, представлених у збірнику [173] та на освітньому веб-ресурсі [196]. Освітній веб-ресурс створено для підтримки дистанційного вивчення стереометрії учнями ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю. Веб-ресурс складається з чотирьох розділів відповідно до програмових тем стереометрії, зазначених у програмі з математики рівня стандарту [74]. Кожен розділ складається з трьох підрозділів: теорія, практика, контроль, відео. Пропоновані теоретичні відомості відображають основну інформацію, яку мають засвоїти учні. Ілюстрації сприяють легшому запам'ятовуванню матеріалу. У підрозділі «Практика» розміщено 10 компетентісно орієнтованих завдань із теми. У підрозділі «Контроль» подано завдання для перевірки знань і вмінь учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю. У підрозділі «Відео» запропоновано матеріали, які наочно демонструють застосування теми. На веб-ресурсі опубліковано матеріали, розроблені автором, що можуть бути використані як елементи дистанційного навчання учнів ЗП(ПТ)О та як індивідуальні завдання, спрямовані на покращення досягнень учнів.

Підсумовуючи, зазначимо, що розв'язування компетентісно орієнтованих задач сприяє поступовому переходу від формування

фактологічного рівня математичної компетентності до праксеологічного рівня математичної компетентності, а отже, формуванню математичної компетентності учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю, підвищенню мотивації до вивчення стереометрії, створенню міжпредметних зв'язків, усвідомленню ролі стереометрії у творенні картини сучасного світу. Усе це в сукупності спонукає учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю до більш свідомого й відповідального вивчення курсу стереометрії, компетентного застосування стереометричних знань, навичок, умінь для розв'язування професійних завдань під час професійно-теоретичної та професійно-практичної підготовки, виробничої практики, у фаховому й повсякденному житті.

2.6. Організація та результати експериментальної роботи

У дисертації досліджено проблему вдосконалення навчання стереометрії у ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю на засадах компетентнісного підходу. Мета педагогічного експерименту полягала в перевірці ефективності розробленої моделі компетентнісно орієнтованої методики навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю. Основні положення роботи експериментально перевірено протягом трьох етапів (2016 – 2020 роки).

На першому етапі (2016 – 2017 рр.) зібрано емпіричний матеріал на основі узагальнення теоретичних студій і практичного досвіду в контексті проблеми дослідження; з'ясовано рівень початкової геометричної підготовки учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю; виокремлено фактори, що гальмують процес якісного опанування стереометрії в закладах професійно-технічної освіти, проаналізовано психолого-педагогічну й методичну літературу; окреслено об'єкт, предмет, мету й завдання роботи.

Результати ДПА з математики за курс базової школи, представлені навчально-методичними центрами професійно-технічної освіти різних областей

України [76], [77], [78], [79], [80], [81], [82], [86], [87], [88] засвідчили, що якість знань, навичок і вмінь із математики випускників ЗП(ПТ)О перебуває в межах 0,5 % – 6 %. Це означає, що рівень початкової геометричної підготовки катастрофічно низький. Такий висновок підтверджують і результати бесід із викладачами ЗП(ПТ)О.

Під час першого етапу був проведений констатувальний експеримент, у якому взяли участь учні ЗП(ПТ)О Харківської, Дніпропетровської, Запорізької, Миколаївської областей. Цей етап експерименту реалізований через анкетування учнів і вчителів, тестування учнів та аналіз одержаних даних.

Для перевірки ступеня мотивації майбутніх робітників машинобудівного профілю під час вивчення стереометрії розроблено анкету для учнів ЗП(ПТ)О (додаток Є). В анкетуванні взяли участь 249 учнів перших курсів за професіями машинобудівного профілю.

Згідно з результатами:

- 62,65 % опитаних подобається опанувати курс математики у своєму навчальному закладі. Констатовано, що $\frac{2}{3}$ респондентів схвалюють засвоєння курсу математики в закладі, тоді як $\frac{1}{3}$ опитуваних не подобається вивчати цей курс.
- 65,86 % учнів не виявляють зацікавлення до вивчення тем зі стереометрії. На нашу думку, це змовлене тим, що зміст курсу стереометрії ґрунтований на змісті шкільного курсу планіметрії, який учні засвоїли недостатньо добре.
- 69,48 % опитаних розуміють, що треба вивчати стереометрію. Можемо стверджувати, що більшість опитаних усвідомлює важливість тих знань, які отримують у ході опанування стереометрії. Однак майже 35 % респондентів не розуміють узагалі навіщо вивчати цей курс. Такі учні недостатньо глибоко усвідомлюють зв'язок геометричних об'єктів з об'єктами навколишнього світу.

- 66,27 % учнів вважають, що вони не використовують набуті знання зі стереометрії в реальному житті. 57,03 % учнів стверджують, що знання зі стереометрії потрібні для подальшої кар'єри.

Лише 27 респондентів серед улюблених загальноосвітніх предметів вибрали математику, це найнижчий показник серед 9 навчальних предметів. Такий результат, на наш погляд, спричинений тим, що учні не мають високих навчальних досягнень із математики. Хоча результати за першим запитанням довели, що 62,65 % учнів подобається вивчати математику, але вони не вибирають її улюбленим предметом. Це спонукає до висновку про наявність суперечності. Отже, опитані позитивно ставляться до вивчення математики у своєму навчальному закладі, однак низький рівень знань зі шкільного курсу геометрії не дає їм змоги повною мірою виявляти себе та досягати високих результатів, що й зумовлює більш пасивне ставлення учнів до засвоєння стереометрії.

Аналіз відповідей учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю щодо навчальних досягнень довів, що власний рівень як початковий продемонстрували 11,65 %, як середній – 59,04 %, як достатній – 21,96 %, як високий – 2,41 %. Такі показники спонукають до висновку, що більшість опитаних вважає себе «середнячками», які вміють виконати завдання за зразком і володіють елементарними знаннями з предмета.

За результатами анкетування підсумовано:

- більшість опитаних учнів має позитивне ставлення до вивчення математики у своєму ЗП(ПТ)О;
- у більшості опитаних відсутній інтерес до вивчення окремих тем зі стереометрії, що призводить до неуспішного опанування стереометрії загалом;
- велика кількість опитаних розуміє важливість тих знань, які отримує в ході засвоєння стереометрії;

- вагома частка респондентів вважає, що не застосовує набуті знання зі стереометрії, це засвідчує проблемну реалізацію одного з основних завдань курсу математики в закладі професійно-технічної освіти – брак практичної спрямованості у викладанні предмета;
- математика не є улюбленим предметом учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю.

Для перевірки ступеня початкової геометричної підготовки майбутніх робітників машинобудівного профілю розроблено тест (див. Додаток Ж). У тестуванні взяли участь 249 учнів перших курсів за професіями машинобудівного профілю.

Згідно з результатами дослідження, з усіма завданнями тесту не впорався жоден респондент. 9 та 8 балів (із 12 можливих) набрали по одному учаснику опитування, що становить по 0,44 % відповідно. 7 балів у 2,67 % опитаних, 6 балів – у 7,57 %, 5 балів – у 16 %, 4 бали – у 18,22 %, 3 бали – у 16,89 %, 2 бали – у 20 %, 1 бал – у 12,44 %, 0 балів – у 5,33 %. Докладний аналіз за кожним завданням тесту подано в додатку Ж.

На бланку відповідей учням також потрібно було зазначити оцінку від 1 до 12 балів, яку вони одержали з геометрії після закінчення 9 класів загальноосвітньої школи. Отримані відомості дають підстави стверджувати, що учні мали в загальноосвітній школі середній рівень навчальних досягнень із геометрії (4-6 балів із 12).

За результатами проведеного анкетування, тестування, спостережень та власного досвіду зроблено висновки:

- учні вступають до ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю із середнім, а не достатнім чи високим, рівнем знань із геометрії;
- у більшості учнів не сформовані знання про геометричні фігури на площині, їхні властивості, а також уміння застосовувати здобуті знання під час розв'язування завдань;

- низький рівень початкових геометричних знань призводить до нехтування вивченням стереометрії в закладі профтехосвіти, що натомість породжує вади у формуванні математичної компетентності.

Розроблено анкету та проведено онлайн-анкетування викладачів математики закладів професійної (професійно-технічної) освіти (ЗП(ПТ)О). Мета анкетування – виявлення думки викладачів щодо мотивації учнів ЗП(ПТ)О в ході засвоєння стереометрії; ставлення учнів до зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО); рівня математичної компетентності учнів ЗПТО.

В анкетуванні взяли участь 34 викладачі математики з різних областей України: Волинської, Дніпропетровської, Донецької, Запорізької, Київської, Миколаївської, Полтавської, Сумської, Харківської, Хмельницької, Чернігівської. Унаслідок узагальнення результатів анкетування викладачів (див. Додаток 3), підсумовано:

- рівень мотивації учнів ЗП(ПТ)О є посереднім;
- учні негативно ставляться до обов'язкового ЗНО з математики;
- рівень математичної компетентності учнів досить низький;
- більшість учнів не може будувати макети фігур, вимірювати фігури, аргументувати геометричні твердження.

Отримані відомості дали змогу обґрунтувати необхідність розроблення й упровадження компетентнісно орієнтованої методики навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю, а також сформулювати мету та завдання дослідження.

На підставі даних констатувального експерименту на другому етапі був організований пошуковий експеримент. Під час пошукового експерименту (2017 – 2018 рр.) виконано теоретичне опрацювання порушеної проблеми; уточнено поняття математичної компетентності з огляду на особливості майбутніх робітників машинобудівного профілю, розроблено її структуру, критерії, рівні й показники сформованості; розроблено модель компетентнісно

орієнтованої методики навчання стереометрії майбутніх робітників машинобудівного профілю, окреслено шляхи впровадження моделі в освітній процес ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю, проаналізовано методи, прийоми та форми навчання, розроблено специфічні засоби навчання, дібрано матеріал для формувального експерименту.

Третій етап педагогічного експерименту – формувальний (2018 – 2020 рр.). На цьому етапі спершу розподілено учнів на експериментальні (ЕГ) та контрольні (КГ) групи окремо серед учнів першого, другого й третього курсів у вибраних ЗП(ПТ)О. Далі проведено формувальний педагогічний експеримент у процесі навчання стереометрії; виконано порівняльний аналіз рівнів сформованості математичної компетентності учнів ЕГ і КГ; статистично опрацьовані отримані результати експериментального навчання.

У формувальному експерименті брали участь учні 1 – 2 курсів: ДНЗ «Бердянський машинобудівний професійний ліцей», ДНЗ «Бердянський центр професійно-технічної освіти», ДНЗ «Черкаський професійний ліцей», ДНЗ «Корсунь-Шевченківський професійний ліцей».

У кожному зазначеному навчальному закладі сформовано експериментальні (ЕГ) та контрольні групи (КГ). Навчання в експериментальній групі відрізнялося від навчання в контрольній групі впровадженням спеціально розробленої компетентнісно орієнтованої методики навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О.

Ефективність розробленої методики перевірено через: виявлення позитивного впливу на мотивацію навчання стереометрії майбутніх робітників машинобудівного профілю; аналіз результатів застосування методів, форм, засобів, обґрунтованих у п. 2.3, 2.4 дисертації; аналіз результатів доповнення навчального змісту професійно значущим матеріалом. Використано такі критерії (п. 1.5): мотиваційний, когнітивний, діяльнісний, рефлексивний.

Мотиваційний критерій.

Показник: рівень мотивації.

Метод перевірки: анкетування.

За допомогою анкетування (табл. 2.6) перевірено рівень мотивації учнів до вивчення стереометрії.

Таблиця 2.6

Бланк опитування учнів для аналізу рівня мотивації

Запитання	Варіанти відповідей			
	Так	Майже так	Майже ні	Ні
1. Ви вивчаєте теми стереометрії тому, що цікаво?	4	3	2	1
2. Ви вивчаєте теми стереометрії заради оцінки?	1	2	3	4
3. Ви вивчаєте теми стереометрії, щоб потім добре працювати?	4	3	2	1
4. Ви вивчаєте теми стереометрії, тому що змушують батьки / класний керівник / майстер?	1	2	3	4
5. Вам потрібно володіти математичною компетентністю для життя?	4	3	2	1
6. Вам потрібно володіти математичною компетентністю для роботи?	4	3	2	1

Максимальна кількість балів, яку міг набрати учень/учениця, – 24, мінімальна – 6. Якісні межі було визначено так: якщо учень набирає від 6 до 11 балів, то він має низький рівень мотивації, від 12 до 17 балів – середній рівень, від 18 до 21 балів – достатній рівень, від 22 до 24 – високий рівень. Опис мотивації представлено у характеристиці рівнів сформованості математичної компетентності (п. 1.5). Рівень сформованості математичної компетентності

учнів за мотиваційним критерієм визначений через анкетування та зіставлено з рівнями сформованості математичної компетентності.

Результати анкетувань, проведених на початку й наприкінці формувального експерименту, подано в таблицях 2.7 і 2.8.

Таблиця 2.7

Результати анкетування щодо стану мотивації на початку експерименту

Групи	Рівень							
	Низький		Середній		Достатній		Високий	
	Осіб	%	Осіб	%	Осіб	%	Осіб	%
ЕГ (180)	37	20,56	115	63,89	28	15,55	0	0
КГ (178)	44	24,72	113	63,48	21	11,80	0	0

Таблиця 2.8

Результати анкетування щодо стану мотивації наприкінці експерименту

Групи	Рівень							
	Низький		Середній		Достатній		Високий	
	Осіб	%	Осіб	%	Осіб	%	Осіб	%
ЕГ (180)	27	15,0	47	26,11	94	52,22	12	6,67
КГ (178)	41	23,03	113	63,48	20	11,24	4	2,25

Когнітивний критерій.

Показник: рівень предметних знань і умінь (навчальних досягнень учнів).

Метод перевірки: виконання контрольної роботи (додаток II).

Додатково в експериментальних групах перевірено вміння учнів інтегрувати знання зі стереометрії у розв'язування професійних завдань під час роботи в навчальних майстернях (створення виробу, елемента конструкції).

Результати виконання контрольної роботи наприкінці експерименту представлено в таблиці 2.9

Таблиця 2.9

Результати виконання контрольної роботи наприкінці експерименту

Групи	Рівень навчальних досягнень							
	Низький		Середній		Достатній		Високий	
	Осіб	%	Осіб	%	Осіб	%	Осіб	%
ЕГ (180)	37	20,56	62	34,44	72	40	9	5
КГ (178)	40	22,47	90	50,57	46	25,84	2	1,12

Діяльнісний критерій.

Показник: спроможність застосовувати набуті знання й уміння.

Метод перевірки: виконання проєкту. Перевірялися вміння учнів інтегрувати знання зі стереометрії у розв'язування завдань під час роботи в навчальних майстернях (створення виробу, елемента конструкції).

Результати виконання проєкту наприкінці експерименту представлено в таблиці 2.10

Таблиця 2.10

Результати виконання проєкту наприкінці експерименту

Групи	Рівень навчальних досягнень							
	Низький		Середній		Достатній		Високий	
	Осіб	%	Осіб	%	Осіб	%	Осіб	%
ЕГ (180)	40	22,22	58	32,22	70	38,89	12	6,67
КГ (178)	41	23,03	92	51,69	42	23,59	3	1,69

Рефлексивний критерій.

Показник: стан розвитку рефлексії учнів.

Метод перевірки: анкетування, зокрема перевірка рівня рефлексії учнів до вивчення стереометрії.

За допомогою анкетування (табл. 2.11) перевірено рівень рефлексії учнів до вивчення стереометрії.

Таблиця 2.11

Бланк опитування учнів для аналізу рівня рефлексії

Я вмію	Варіанти відповідей			
	Так	Майже так	Майже ні	Ні
1. Я вмію обчислювати площу поверхонь геометричних фігур	4	3	2	1
2. Я вмію обчислювати об'єм геометричних фігур	1	2	3	4
3. Я вмію обґрунтовувати геометричні твердження	4	3	2	1
4. Я вмію виготовляти моделі геометричних фігур	1	2	3	4
5. Я вмію виконувати побудови зображень геометричних фігур у зошиті	4	3	2	1
6. Я вмію вимірювати геометричні фігури	4	3	2	1

Максимальна кількість балів, яку міг набрати учень/учениця, – 24, мінімальна – 6. Якісні межі було визначено так: якщо учень набирає від 6 до 11 балів, то він має низький рівень мотивації, від 12 до 17 балів – середній рівень, від 18 до 21 балів – достатній рівень, від 22 до 24 – високий рівень. Опис рефлексії представлено у характеристиці рівнів сформованості математичної компетентності (п. 1.5). Рівень сформованості математичної компетентності

учнів за рефлексивним критерієм визначено через анкетування та зіставлено з рівнями сформованості математичної компетентності. Результати анкетування наприкінці експерименту представлено у таблиці 2.12

Таблиця 2.12

Результати анкетування наприкінці експерименту

Групи	Рівень							
	Низький		Середній		Достатній		Високий	
	Осіб	%	Осіб	%	Осіб	%	Осіб	%
ЕГ (180)	34	18,89	60	33,33	80	44,44	6	3,34
КГ (178)	36	20,22	85	47,76	56	31,46	1	0,56

Рівні сформованості математичної компетентності за когнітивним, діяльнісним і рефлексивним критеріями визначались комплексно й ураховували виконання трьох видів завдань: 1) контрольна робота; 2) проєкт; 3) анкетування. Максимальна кількість балів за виконання всіх завдань – 27 балів, з яких: 12 балів – виконання контрольної роботи, 12 балів – виконання проєкту; 3 бали – анкетування. Кількість набраних учнем балів можна поставити у відповідність певному рівню сформованості математичної компетентності згідно з обраною шкалою (табл. 2.13).

Таблиця 2.13

Відповідність між набраними балами та рівнем сформованості математичної компетентності

Рівень	Низький	Середній	Достатній	Високий
Кількість балів	1 – 8	9 – 15	16 – 21	22 – 27

Сумарні результати виконаних завдань на початку формувального експерименту представлено в таблиці 2.14.

Таблиця 2.14

Результати виконання контрольної роботи (додаток І) на початку формувального експерименту

Групи (кількість учнів)	Рівень математичної компетентності							
	Низький		Середній		Достатній		Високий	
	Осіб	%	Осіб	%	Осіб	%	Осіб	%
ЕГ (180)	38	21,11	99	55	43	23,89	0	0
КГ (178)	39	21,91	94	52,81	45	25,28	0	0

Гіпотеза H_0 : емпіричний розподіл учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю за рівнями успішності в ЕГ і КГ не відрізняється.

Гіпотеза H_1 : емпіричний розподіл учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю за рівнями успішності в ЕГ і КГ відрізняється.

Для перевірки гіпотези H_0 підрахуємо значення статистичного критерію χ^2 за формулою $\chi_e^2 = \frac{1}{n_1 \cdot n_2} \sum_{i=1}^C \frac{(n_1 O_{2i} - n_2 O_{1i})^2}{O_{1i} + O_{2i}}$, де n_1 – загальна кількість учнів експериментальної групи, n_2 – загальна кількість учнів контрольної групи, C – кількість категорій, O_{1i} і O_{2i} – кількість учнів першої та другої вибірок, що зараховані до категорії $C = i$.

$$\chi_e^2 = \frac{1}{180 \cdot 178} \cdot \left(\frac{(180 \cdot 39 - 178 \cdot 38)^2}{38 + 39} + \frac{(180 \cdot 94 - 178 \cdot 99)^2}{99 + 94} + \frac{(180 \cdot 45 - 178 \cdot 43)^2}{43 + 45} \right).$$

Отже, для $C = 4$, $\chi_e^2 \approx 0,177$.

За статистичними таблицями для рівня значущості $\alpha = 0,001$ і ступенів свободи $\nu = C - 1 = 4 - 1 = 3$ знаходимо критичне значення $\chi_{\text{крит}}^2 = 16,27$.

$$\chi_e^2 < \chi_{\text{крит}}^2.$$

Отже, гіпотезу H_1 потрібно спростувати та підтвердити гіпотезу H_0 : емпіричний розподіл учнів однаковий.

Сумарні результати виконаних завдань наприкінці експерименту представлено в таблиці 2.15.

Таблиця 2.15

Сумарні результати наприкінці формувального експерименту

Групи (кількість учнів)	Рівень математичної компетентності							
	Низький		Середній		Достатній		Високий	
	Осіб	%	Осіб	%	Осіб	%	Осіб	%
ЕГ (180)	37	20,56	60	33,33	74	41,11	9	5,0
КГ (178)	39	21,91	89	50,0	48	26,97	2	1,12

Для порівняння результатів розглянемо дані таблиці 2.16.

Таблиця 2.16

Порівняльна характеристика рівнів математичної компетентності майбутніх робітників машинобудівного профілю в експериментальних і контрольних групах наприкінці формувального експерименту (у %)

Рівні математичної компетентності	Експериментальна група		Контрольна група	
	До	Після	До	Після
Низький	21,11	20,56	21,91	21,91
Середній	55,0	33,33	52,81	50,00

Достатній	23,89	41,11	25,28	26,97
Високий	0	5,0	0	1,12

Отже, зафіксовано позитивну динаміку в експериментальних групах: на 5 % стало більше учнів із високим рівнем математичної компетентності, на 17,22 % більше учнів із достатнім рівнем математичної компетентності, кількість учнів із низьким і середнім рівнем математичної компетентності знизилася до 0,55 % та 21,67 % відповідно. У контрольних групах результати залишилися майже без змін.

Для перевірки вірогідності отриманих даних використаємо статистичне опрацювання результатів експерименту за критерієм Пірсона відповідно до формули:

$$\chi^2 = \sum_{k=1}^C \frac{(V_k - P_k)^2}{P_k},$$

де V_k – частота результату спостереження до експерименту, P_k – частота результату спостереження після експерименту, C – кількість рівнів математичної компетентності.

Для $C = 4$ у контрольній групі:

$$\chi_k^2 = \frac{(21,91 - 21,91)^2}{21,91} + \frac{(52,81 - 50,00)^2}{50,00} + \frac{(25,28 - 26,97)^2}{26,97} + \frac{(0 - 1,12)^2}{1,12} \approx 1,384.$$

в експериментальній групі:

$$\chi_e^2 = \frac{(21,11 - 20,56)^2}{20,56} + \frac{(55,0 - 33,33)^2}{33,33} + \frac{(23,89 - 41,11)^2}{41,11} + \frac{(0 - 5)^2}{5} \approx 26,317.$$

За статистичними таблицями для рівня значущості $\alpha = 0,001$ і ступенів свободи $\nu = C - 1 = 4 - 1 = 3$, критичне значення $\chi_{\text{крит}}^2 = 16,27$.

Оскільки $\chi_e^2 > \chi_{\text{крит}}^2$, то можемо зробити висновок, що запропонована методика є ефективною.

Висновки до розділу II

1. Формулювання мети й результатів навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю потрібно реалізовувати з огляду на компетенізацію системи освіти. Стратегічна мета кожного уроку має бути сформована через фактологічний і праксеологічний рівні математичної компетентності. Тактична мета кожного уроку повинна бути сформована через складники математичної компетентності.

2. Дослідження засвідчило, що дидактично виважене поєднання різних методів навчання (мейкерства, гейміфікації, методу проєктів) продуктивне для формування математичної компетентності майбутніх робітників машинобудівного профілю. Застосування мейкерства – ефективно для формування діяльнісного складника математичної компетентності, метод проєктів – дієвий у процесі формування діяльнісного та рефлексивно-ціннісного складників і праксеологічного рівня математичної компетентності майбутніх робітників машинобудівного профілю.

3. З'ясовано, що використання групової форми навчання сприяє формуванню математичної компетентності учнів, підвищенню їхнього пізнавального інтересу, розвитку комунікації, знаходженню спільного розв'язку завдання, умінню розв'язувати конфліктні ситуації. Виявлено дієвість онлайн-інструментів під час організації індивідуальної роботи на уроці та для домашньої роботи. Застосування онлайн-інструментів позитивно впливає передусім на процес розв'язування М-задач, що є важливим для формування фактологічного рівня математичної компетентності.

4. Ефективне формування математичної компетентності майбутніх робітників машинобудівного профілю можливе за умови педагогічно доцільного застосування системи компетентнісно орієнтованих задач. Така система має бути структурована відповідно до складників математичної

компетентності. Однак способи структурування доцільно варіювати залежно від запланованої, очікуваної діяльності учнів ЗП(ПТ)О.

5. Результати експериментальної перевірки методики компетентнісно орієнтованого навчання стереометрії підтверджують ефективність розробленої компетентнісно орієнтованої методики навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю.

ВИСНОВКИ

У дисертації запропоновано теоретичне узагальнення наукової проблеми, пов'язаної з побудовою й апробацією компетентісно орієнтованої методики навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю. Результати теоретичного дослідження та педагогічного експерименту послугували підставою для низки висновків.

1. На основі аналізу нормативних документів, психолого-педагогічної та навчально-методичної літератури, історії розвитку професійно-технічної освіти констатовано, що сучасний стан математичної підготовки учнів ЗП(ПТ)О не задовольняє вимоги суспільства. Реформування системи професійно-технічної освіти відбувається в напрямі його компетенізації. Підсумовано, що основне завдання стереометричної підготовки учнів ЗП(ПТ)О – формування математичної компетентності, яка є передумовою для формування в них загальнопрофесійних і професійних фахових компетентностей.

2. Предметна математична компетентність учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю потрактована як набута характеристика особистості, яка: 1) поєднує в собі цінності, мотиви, математичні знання, навички, уміння, особистісні якості; 2) проявляється у готовності і здатності розв'язувати професійні завдання, у розумінні учнем суті методу математичного моделювання та спроможності його застосовувати принаймні на прематематичному рівні у фаховій діяльності. Виокремлено такі складники математичної компетентності: аксіологічний, когнітивний, діяльнісний, рефлексивний та особистісний.

3. Відповідно до обґрунтованих методичних вимог, розроблено модель компетентісно орієнтованої методики навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю. Модель відображає суть цілей, змісту, процесу й результату формування математичної компетентності майбутніх робітників

машинобудівного профілю. Цілі й результати навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О мають бути прогнозованими, досяжними, конкретизованими, вимірюваними, сформульованими відповідно до когнітивної, афективної, психомоторної сфер особистості, відповідати сучасним стандартам та освітнім програмам, за якими учні ЗП(ПТ)О опановують майбутню професію й загальноосвітні предмети. Теоретично доведено, що система компетентнісно орієнтованих задач повинна слугувати перехідним містком від теорії до практики. Систему компетентнісно орієнтованих задач потрібно структурувати згідно зі складниками математичної компетентності. Системи компетентнісно орієнтованих задач для майбутніх робітників машинобудівного профілю представлено в авторському посібнику «Збірник завдань зі стереометрії практичного спрямування». Ефективним визнане використання тих методів, організаційних форм і засобів навчання, що активізують навчально-пізнавальну діяльність учнів, створюють передумови для практичної діяльності учнів в освітньому процесі з математики. Серед методів перевагу надано мейкерству, гейміфікації, методу проектів. Моделювання фахового й соціального контекстів майбутньої діяльності учнів за допомогою групових форм навчання позитивно впливає на формування математичної компетентності учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю. Констатовано дієвість онлайн-інструментів для формування математичної компетентності майбутніх робітників машинобудівного профілю.

4. Експериментальна перевірка ефективності запропонованої компетентнісно орієнтованої методики навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю підтвердила її дієвість щодо формування математичної компетентності учнів завдяки системі компетентнісно орієнтованих задач, а також використанню мейкерства, гейміфікації, методу проектів, організації групової та індивідуальної форм роботи за допомогою онлайн-інструментів і зворотного зв'язку. Це засвідчує статистично значуща

позитивна динаміка росту в усіх складниках математичної компетентності учнів експериментальної групи, де навчання організоване за авторською методикою.

Проведене дослідження не вичерпує всіх аспектів проблеми. Серед перспективних напрямів – питання комп'ютерної підтримки навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О, розроблення методики навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О в умовах змішаного навчання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Архангельский С. И. Учебный процесс в высшей школе, его закономерные основы и методы. М.: Высш. шк., 1980. 368 с.
2. Ачкан В. Математичні компетентності як компонент особистісно орієнтованого навчання математики. *Засоби навчальної та науково-дослідної роботи*: зб. наук. праць / за заг. ред. Є. І. Євдокимова та О. М. Микитюка. Харків, 2007. Вип. 27. С. 15–20.
3. Бабанский Ю. К. Оптимизация процесса обучения: Общедидактический аспект. М.: Педагогика, 1977. 96 с.
4. Батышев С. Я. Очерки истории профессионально-технического образования в СССР. М.: Педагогика, 1981. 351 с.
5. Бевз Г. П. Методика викладання математики: навч. посіб. 3-тє вид., перероб. і доп. Київ: Вища школа, 1989. 367 с.
6. Бевз Г. П., Бевз В. Г., Владімірова Н. Г. Геометрія, 10-11 клас: підруч. для загальноосвітніх навчальних закладів. Київ: Вежа, 2002. 223 с.
7. Бевз Г. П., Бевз В. Г. Математика. Рівень стандарту, 10 клас: підруч. для загальноосвітніх навчальних закладів. 3-тє вид. Київ: Генеза, 2013. 272 с.
8. Бевз Г. П., Бевз В. Г. Математика. Рівень стандарту, 11 клас: підруч. для загальноосвітніх навчальних закладів. Київ: Генеза, 2011. 320 с.
9. Беспалько В. П. Слагаемые педагогические технологии. М.: Педагогика, 1989. 191 с.
10. Бех І. Д. Компетентнісний підхід у сучасній освіті. *Вища освіта України*. 2009. № 3. С. 21–24.
11. Биков В. Ю. Сучасні завдання інформатизації освіти. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2010. № 1(15). URL: <http://www.ime.edu-ua.net/em.html> (дата звернення: 12.07.2019).

12. Биков В. Ю., Лапінський В. В. Методологічні та методичні основи створення і використання електронних засобів навчального призначення. *Комп'ютер у школі та сім'ї*. 2012. № 23. С. 3–6.

13. Бурда М. І., Тарасенкова Н. А., Колесник Т. В., Мальований Ю. І. Математика [підруч. для 10 кл. загальноосвіт. навч. закладів: рівень стандарту]. Київ: Видавничий дім «Оріон», 2018. 288 с.

14. Васильєва Д. В. Організація навчання математики учнів з покоління Z. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова*. Серія 3: Фізика і математика у вищій і середній школі. 2018. Вип. 20. С. 33–38.

15. Васянович Г. П. Основи психології: навч. посіб. Київ: Педагогічна думка, 2012. 114 с.

16. Вашуленко О. П. Формування складових математичної компетентності в учнів основної школи на уроках геометрії. *Анотовані результати науково-дослідної роботи Інституту педагогіки за 2012 рік: наукове видання*. Київ: Інститут педагогіки, 2013. С. 235–236.

17. Вербицкий А. А. Активное обучение в высшей школе: контекстный подход. М.: Высш. шк., 1991. 206 с.

18. Веселов А. Н. Профессионально-техническое образование в СССР. Очерки по истории среднего и низшего профессионально-технического образования. М.: Профтехиздат, 1961. 435 с.

19. Вікова психологія / за ред. Г. С. Костюка. Київ, 1976. 268 с.

20. Волянська О. Є. Вивчення алгебри і початків аналізу в професійно-технічних училищах в умовах впровадження освітнього стандарту: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Національний педагогічний ун-т ім. М. П. Драгоманова. Київ, 1999. 18 с.

21. Вороненко, Т. І. (2016). Класифікація навчальних проектів. *Проблеми сучасного підручника*. 2016. №17. С. 76-91.

22. Выготский Л. С. Умственное развитие детей в процессе обучения. М., 1985. 277 с.

23. Гириловська І. В. Формування в учнів професійно-технічних навчальних закладів умінь розв'язувати стереометричні задачі на побудову: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Черкаський національний ун-т ім. Б. Хмельницького. Черкаси, 2013. 20 с.

24. Гібалова Н. В. Формування вмінь обчислювати значення геометричних величин. *Математика в школі*. 1999. № 3. С. 35–37.

25. Глобін О. І. «Геометрія. 10 клас. Збірник завдань для проведення моніторингу якості загальної середньої освіти за результатами навчання учнів в основній школі. URL: <http://osvita.ua/school/monitoring/collection/37845> (дата звернення: 16.10.2019).

26. Глобін О. І. Концепція реалізації компетентнісного підходу у навчанні математики в основній школі. *Математика в рідній школі*. 2014. № 12. С. 2–10.

27. Глобін О. І. Модель системи оцінювання результатів навчання в умовах реалізації компетентнісного підходу. *Компетентнісні засади змісту освіти в 11-річній школі: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, 28 – 29 березня 2013 року / ред. кол.: Федоренко О. А., Єрмаков І. Г. (наук. ред.), Ратушна А. М. Київ: Оберіг, 2013. С. 75–79.*

28. Глобін О. І. Оцінювання навчальних досягнень учнів в умовах реалізації компетентнісного підходу. *Вісник Черкаського університету. Серія: Педагогічні науки*. Черкаси, 2012. Вип. 153. С. 24–31.

29. Глобін О. І. Цілепокладання як засіб управління навчальною діяльністю учнів на уроці математики. *Актуальні питання природничо-математичної освіти: зб. наук. праць*. Суми: вид-во СумДПУ, 2014. Вип. 3. С. 103–109.

30. Глобін О. І., Бурда М. І., Васильєва Д. В., Волошена В. В., Вашуленко О. П., Мацько Н. Д., Хмара Т. М. Компетентнісно орієнтована

методика навчання математики в основній школі: метод. посібник. Київ: Педагогічна думка, 2015. 245с.

31. Глузман Н. А. Цілепокладання сучасного уроку у вимірах компетентнісного підходу. Гуманитарные науки. 2013. № 1 (25). С. 42–48.

32. Головань М. С. Математичні компетентності чи математична компетентність? *Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу «ІТМ*плюс – 20012»*: матеріали Міжнародної науково-методичної конференції (6 – 7 грудня 2012 р., м. Суми): у 3-х частинах / упорядник Чашечникова О. С. Суми: Виробничо-видавниче підприємство «Мрія», 2012. Ч. 1. С. 36–38.

33. Гоменюк Г. В. Методичні засади реалізації компетентнісного підходу в навчанні алгебри учнів основної школи: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Національний педагогічний ун-т ім. М. П. Драгоманова. Київ, 2016. 22 с.

34. Даниленко Є. Зарубіжний досвід використання дидактичних коміксів. *Біологія і хімія в школі*. 2011. № 6. С. 29–32.

35. Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти, затверджений постановою КМУ від 23.11.2011 № 1392. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1392-2011-%D0%BF> (дата звернення: 12.04.2020).

36. Державний стандарт професійно-технічної освіти. Професія: Верстатник широкого профілю. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/pto/standarty/verstatnik-shirokogo-profilu> (дата звернення: 16.03.2020).

37. Державний стандарт професійно-технічної освіти. Професія: Електрогазозварник. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/pto/standarty/elektrogazozvarnik-2015m-k.doc> (дата звернення: 11.01.2020).

38. Державний стандарт професійно-технічної освіти. Професія: Слюсар з ремонту автомобілів. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/pto/standarty/z-remontu-avtomobiliv> (дата звернення: 12.02.2020).

39. Дубинчук О. С. Диференціація змісту математичної освіти в училищах різних професійних напрямів. *Диференційоване навчання у закладах профтехосвіти*: наук.-метод. зб. / АПН України. НДІ педагогіки. Київ, 1992. С. 29–40.

40. Дубинчук О. С., Слєпкань З. І., Філіпова С. М. Методичні особливості навчання геометрії у середньому ПТУ: метод. посіб. Київ: Вища шк., 1992. 271 с.

41. Експериментальна робота НПТО НАПН України. URL: <https://ivet.edu.ua/activity/eksperymentalna-robota> (дата звернення: 10.02.2020).

42. Закон України «Про Освіту» URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2145-19> (дата звернення: 12.05.2020).

43. Закон України «Про Основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007 – 2015 роки» (Відомості Верховної Ради України, 2007. № 12, ст. 102). URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/537-16> (дата звернення: 07.02.2020).

44. Закон України про Професійно-технічну освіту. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/103/98-%D0%B2%D1%80> (дата звернення: 11.04.2020).

45. Зіненко І. М. Визначення структури математичної компетентності учнів старшого шкільного віку. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*. 2009. № 2. С. 165–174.

46. Зорина Л. Я. Системность – качество знаний. М.: Знание, 1976. 64 с.

47. Ильина Т. А. Педагогика: Курс лекций. Учеб. пособие для студентов пед. ин-тов. М.: Просвещение, 1984. 496 с.

48. Іванова С. В. Формування геометричних умінь старшокласників шкіл (класів) гуманітарного профілю: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Національний педагогічний ун-т ім. М. П. Драгоманова. Київ, 1999. 203 с.

49. Каплун А. В. Розвиток систем підготовки кваліфікованих робітників у Болгарії і Польщі (кінець XIX – XX ст.): дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04 / Ін-т пед. освіти і освіти дорослих НАПН України. Київ, 2011. 467 с.

50. Кірман В. К. Методична система вивчення функцій у класах фізико-математичного профілю: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Черкаський національний ун-т ім. Б. Хмельницького. Черкаси, 2010. 20 с.

51. Ковчин Н. А. Рівнева диференціація за здібностями учнів старших класів. URL: http://www.rusnauka.com/17_SSN_2007/Pedagogica/22452.doc.htm (дата звернення: 25.01.2020).

52. Козаков В. А. Психологія діяльності та навчальний менеджмент: підручник: у 2 ч. Ч. 1. Психологія суб'єкта діяльності. Київ: КНЕУ, 2000. 243 с.

53. Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи: Бібліотека з освітньої політики / під заг. ред. О. В. Овчарук. Київ: «К. І. С.», 2004. 112 с.

54. Концепція Державної цільової програми розвитку професійно-технічної освіти на 2011 – 2015 роки. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1723-2010-%D1%80> (дата звернення: 22.03.2019).

55. Концепція інноваційного розвитку загальноосвітніх навчальних закладів. URL: http://undip.org.ua/photo/konceptsiya_innovaciynogo_rozvytku_ZNZ.pdf (дата звернення: 22.08.2019).

56. Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/> (дата звернення: 06.08.2020).

57. Концепція розвитку професійно-технічної (професійної) освіти в Україні. *Професійно-технічна освіта*. 2004. № 3. С. 5–7.

58. Корольський В. В., Крамаренко Т. Г., Семеріков С. О., Шокалюк С. В., Жалдак М. І. Інноваційні інформаційно-комунікаційні технології навчання математики. Кривий Ріг: Книжкове видавництво Киреєвського, 2009. 324 с.

59. Коханко О. М. Становлення і розвиток підготовки кваліфікованих робітничих кадрів з середньою освітою в Україні (1969 – 1994 рр.): дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01 / Інститут пед. і психол. професійної освіти НАПН України. Київ, 1995. 299 с.

60. Криволапчук М. В. Історія становлення та розвитку системи професійно-технічної освіти України. Наукові праці [Чорноморського державного університету імені Петра Могили комплексу «Києво-Могилянська академія»]. Серія: Державне управління. 2013. Т. 226. Вип. 214. С. 92–96.

61. Кузьмінський А. І., Тарасенкова Н. А., Акуленко І. А. Наукові засади методичної підготовки майбутнього вчителя математики. Черкаси: Вид. від ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2009. 320 с.

62. Лернер И. Я. Проблемное обучение. М: Знание, 1974. 64 с.

63. Лікарчук І. Л. Професійно-технічна освіта України: історичний шлях і перспективи. Київ: Педагогіка, 1999. 287 с.

64. Лікарчук І. Л. Управління системами підготовки кваліфікованих робітників в Україні (1888 – 1988 роки): монографія. Київ: Вища школа, 1998. 568 с.

65. Лов'янова І. В. Професійно спрямоване навчання математики у профільній школі: теоретичний аспект: монографія. Черкаси: видавець Чабаненко Ю. А., 2014. 354 с.

66. Лодатко Е. А. Типология педагогических моделей. *Вектор науки Тольяттинского государственного университета*. 2014. № 1 (16). С. 126–128.

67. Лузан П. Г., Ягупов В. В., Лук'яненко Г. І., Пятничук Т. В., Михнюк М. І. Модульно-компетентнісний підхід у підготовці кваліфікованих

робітників будівельної та машинобудівельної галузей: монографія. Київ, 2015. 255 с.

68. Мазорчук М. А., Вакуленко Т. І., Терещенко Т. І., Раков С.А. Національний звіт за результатами міжнародного дослідження якості освіти PISA-2018. Київ : УЦОЯО, 2019. 439 с.

69. Маркова А. К. Формирование мотивации учения в школьном возрасте: пособие для учителя. Москва: Просвещение, 1983. 96 с.

70. Матяш О. І., Тютюнник Д. О. Проблема визначення критеріїв та показників математичних компетентностей набутих учнями у процесі навчання геометрії. *ФМО*. 2019. № 2 (20). С. 89–93.

71. Мегедь В. В., Овчаров А. А. Характеры и отношения. М.: Армада-пресс, 2002. 704 с.

72. Мегедь В. В. Психофизические аспекты типа личности. *Соционика, ментология и психология личности*. М.: МИС, 2002. № 2. С. 28–34.

73. Методичні рекомендації для розроблення профілів ступеневих програм, включаючи програмні компетентності та програмні результати навчання / пер. з англ. Національного експерта з реформування вищої освіти Програми Еразмус+, д-ра техн. наук, проф. Ю. М. Рашкевича. Київ: ТОВ «Поліграф плюс», 2016. 80 с.

74. Навчальна програма з математики 10 – 11 клас загальноосвітнього навчального закладу. Рівень стандарту. URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiiv> (дата звернення: 21.08.2019).

75. Навчальна програма з математики для 5 - 9 класів. URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-5-9-klas> (дата звернення: 21.08.2019).

76. Навчально-методичний кабінет ПТО у Житомирській області. URL: <http://nmk-ptoinf.ua> (дата звернення: 20.02.2020).

77. Навчально-методичний кабінет ПТО у Івано-Франківській області. URL: <http://ifnmkpto.at.ua/> (дата звернення: 20.02.2020).

78. Навчально-методичний кабінет ПТО у Київській області. URL: <http://oblpto.in.ua> (дата звернення: 20.02.2020).

79. Навчально-методичний кабінет ПТО у Кіровоградській області. URL: <http://nmk-pto.kr.ua> (дата звернення: 20.02.2020).

80. Навчально-методичний центр ПТО у Вінницькій області. URL: <http://nmc-pto.vn.ua/> (дата звернення: 20.02.2020).

81. Навчально-методичний центр ПТО у Волинській області. URL: <http://nmc-pto.volyn.ua> (дата звернення: 20.02.2020).

82. Навчально-методичний центр ПТО у Дніпропетровській області. URL: <http://nmc-pto.dp.ua/> (дата звернення: 20.02.2020).

83. Навчально-методичний центр ПТО у Донецькій області. URL: <http://nmcDON.org.ua> (дата звернення: 20.02.2020).

84. Навчально-методичний центр ПТО у Закарпатській області. URL: <http://zpto.ues.net.ua> (дата звернення: 20.02.2020).

85. Навчально-методичний центр ПТО у Луганській області. URL: <http://www.nmc-pto.lg.ua> (дата звернення: 20.02.2020).

86. Навчально-методичний центр ПТО у Львівській області. URL: <http://www.ptonmc.lviv.ua/> (дата звернення: 20.02.2020).

87. Навчально-методичний центр ПТО у Миколаївській області. URL: <http://metodcenter.at.ua/> (дата звернення: 20.02.2020).

88. Навчально-методичний центр ПТО у Одеській області. URL: <http://nmc-odessa-com.usoz.ru> (дата звернення: 20.02.2020).

89. Навчально-методичний центр ПТО у Полтавській області. URL: <http://nmc-poltava.at.ua> (дата звернення: 20.02.2020).

90. Навчально-методичний центр ПТО у Рівненській області. URL: <http://nmc-pto.rv.ua> (дата звернення: 20.02.2020).

91. Навчально-методичний центр ПТО у Сумській області. URL: <http://nmcpto.sumy.ua/> (дата звернення: 20.02.2020).

92. Навчально-методичний центр ПТО у Тернопільській області. URL: <http://www.tnmcpto.gov.ua/> (дата звернення: 20.02.2020).

93. Навчально-методичний центр ПТО у Херсонській області. URL: <http://www.metodcenter.ks.ua/> (дата звернення: 20.02.2020).

94. Навчально-методичний центр ПТО у Черкаській області. URL: <http://cherkasymethod.wixsite.com/ck-ptо> (дата звернення: 20.02.2020).

95. Навчально-методичний центр ПТО у Чернівецькій області. URL: <http://www.nmcpto.cv.ua> (дата звернення: 20.02.2020).

96. Навчально-методичний центр ПТО у Чернігівській області. URL: <http://nmcptochernigiv.ucoz.ru> (дата звернення: 20.02.2020).

97. Наказ Міністерства освіти України від 30.05.2006 р. № 419. URL: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/z0711-06> (дата звернення: 24.08.2019).

98. Наказ Міністерства освіти України від 13.10.2010 № 947. URL: <http://old.mon.gov.ua/ua/about-ministry/normative/367> (дата звернення: 24.03.2019).

99. Наказ МОН України від 16.03.2015 № 298. URL: <http://old.mon.gov.ua/ua/about-ministry/normative/3825> (дата звернення: 27.09.2019).

100. Наказ МОН України від 20.04.2018 № 408. URL: <https://mon.gov.ua/ua/npa/pro-zatverdzhennya-tipovoyi-osvitnoyi-programi-zakladiv-zagalnoyi-serednoyi-osviti-iii-stupenya-408> (дата звернення: 27.01.2019).

101. Наказ МОН України від 20.06.2000 № 225. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0442-00> (дата звернення: 26.08.2019).

102. Наказ МОН України від 22. 08. 2018 № 931. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/> (дата звернення: 21.02.2019).

103. Наказ МОН України від 25.04.2001 №342. URL: https://osvita.ua/legislation/Ser_osv/2947/ (дата звернення: 21. 01.2018).
104. Наказ МОН України від 20.05.2003 № 306. URL: https://zakononline.com.ua/documents/show/76916_76916 (дата звернення: 24. 01.2018).
105. Науково-методичний центр ПТО у Запорізькій області. URL: <http://www.nmc-ptozp.ua> (дата звернення: 20.02.2020).
106. Науково-методичний центр ПТО у Харківській області. URL: <http://nmc.ptu.org.ua> (дата звернення: 20.02.2020).
107. Науково-методичний центр ПТО у Хмельницькій області. URL: <http://hmnmc.km.ua/> (дата звернення: 20.02.2020).
108. Національна стратегія розвитку освіти в Україні на період до 2021 року. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/344/2013> (дата звернення: 11.08.2019).
109. Нелін Є. П. Особливості реалізації компетентнісного підходу до навчання математики. *Матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції «Особистісно орієнтоване навчання математики: сьогодні і перспективи»* (м. Полтава, 8–9 квітня 2008 р.). Полтава: АСМІ, 2008. С. 28–29.
110. Немов Р. С. Психологія. В 3 кн. 4-е изд. М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2003. Кн. 1: Общие основы психологии. 688 с.
111. Ничкало Н. Г. Трансформація професійно-технічної освіти України. Київ: Педагогічна думка, 2008. 200 с.
112. Нова українська школа. Проектне навчання. URL: Режим доступу: <https://nus.org.ua/view/proektne-navchannya-korotko-pro-golovne> (дата звернення: 11.05.2019).
113. Овчарук О. Компетентності як ключ до оновлення змісту освіти. *Стратегія реформування освіти в Україні: рекомендації з освітньої політики*. Київ: «К.І.С.», 2003. 13–41 с.

114. Онлайн-сервіс для створення інтерактивного контенту. URL: <https://www.mentimeter.com/> (дата звернення: 23.08.2019).
115. Онопрієнко О. Концептуальні засади компетентнісного підходу в сучасній освіті. *Шлях освіти*. 2007. № 4. С. 32–37.
116. Опитувальник Г. Айзенка. URL: <https://testometrika.com/personality-and-temper/questionnaire-eysenck-pen/> (дата звернення: 23.08.2019).
117. Освітня програма з математики для 5 – 9 класів загальноосвітніх навчальних закладів. URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-5-9-klas> (дата звернення: 22.07.2019).
118. Осовский Е. Развитие теории профессионально-технического образования в СССР (1917 – 1949). М.: Высш. шк., 1980. 287 с.
119. Павлюк О. М. Розвиток шкільної математичної освіти в Україні (друга половина ХХ століття): автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01 / Луганський національний ун-т ім. Т. Шевченка. Луганськ, 2011. 22 с.
120. Падун Н. О. Професійно-технічна освіта в Україні (1929 – 1940). *Шлях освіти*. 1998. № 4. С. 51–53.
121. Паржницький О. В. Формування професійної компетентності майбутніх токарів у фахово-орієнтованому освітньому середовищі: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / Нац. акад. пед. наук України, Ін-т проф.-техн. освіти НАПН України. Київ, 2017. 273 с.
122. Погорелов О. В. Геометрія. Стереометрія, 10-11 клас: підруч. для загальноосвітніх навчальних закладів. Київ: Освіта, 2001. 128 с.
123. Пометун О. І. Дискусія українських педагогів навколо питань запровадження компетентнісного підходу в українській освіті. *Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи*. Київ: К.І.С., 2004. 66–72 с.

124. Постанова від 2 грудня 1966р. № 900. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/900-66-%D0%BF#Text> (дата звернення: 16.12.2018).

125. Постанова від 2 квітня 1998 р. № 481. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/481-98-%D0%BF> (дата звернення: 08.03.2019).

126. Про організацію факультативних занять учнів 7–10 класів загальноосвітніх шкіл УРСР у 1967/68 навчальному році. Постанова ЦК КП України та Ради Міністрів УРСР. *Радянська школа*. 1966. № 8. С. 20–22.

127. Прус А. В. Про прикладну спрямованість шкільного курсу стереометрії. *Вісник Житомирського державного університету імені Івана Франка*. Житомир: Вид-во ЖДУ імені Івана Франка, 2003. Вип. 13. С. 45–47.

128. Пузанов М. Ф., Терещенко Г. І. Нариси історії професійно-технічної освіти в Українській РСР. Київ: Вища школа, 1980. 232 с.

129. Пушкарьова Т. О. Електронний контент: особливості застосування і нові можливості пізнання світу. *Комп'ютер у школі та сім'ї*. 2011. № 4. С. 7–10.

130. Радкевич В. О. Професійна компетентність – складова професійної культури. *Педагогічна і психологічна науки в Україні*: зб. наук. пр.: в 5 т. Київ: Пед. думка, 2012. Т. 4: Професійна освіта і освіта дорослих. С. 63–73.

131. Раков С. А. Математична освіта: компетентнісний підхід з використанням ІКТ: монографія. Харків: Факт, 2005. 360 с.

132. Раков С. А. Формування математичних компетентностей випускника школи як місія математичної освіти. *Математика в школі*. 2005. № 5. С. 2–8.

133. Рейтинг найбільш затребуваних професій в Україні. URL: <https://www.dcz.gov.ua/analytics/view> (дата звернення: 15.04.2019).

134. Сервіс для створення власних навчальних вправ. URL: <https://wordwall.net/uk> (дата звернення: 23.02.2018).

135. Сервіс для створення інтерактивних вправ. URL: <https://learningapps.org/> (дата звернення: 11. 02. 2018).
136. Сервіс для створення коміксів. URL: https://www.canva.com/uk_ua/stvoryty/komiksy/ (дата звернення: 07.06.2018).
137. Рибалко Ю. В., Зазимко О. В. Формування результатів навчання в науках про навколишнє середовище: тренінг-курс. НУБІП, 2017. Одеса: НУ «ОМА», 2017. 50 с.
138. Сафонова І. Я. Компетентнісний підхід до навчання математики старшокласників. *Педагогічна освіта: теорія і практика. Педагогіка. Психологія*. 2014. № 21. С. 53–57.
139. Селевко Г. К. Компетентности и их классификация. *Народное образование*. 2004. № 4. С. 138–143.
140. Селецький А. В. До історії розвитку систем робітничої підготовки в Україні. *Теоретичні і прикладні проблеми психології*: зб. наук. праць. 2010. № 1 (24). С. 42–48.
141. Сікорський П. І. Теорія і методика диференційованого навчання в середніх загальноосвітніх і професійних навчальних закладах: автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04 / Ін-т педагогіки і психології проф. освіти АПН України. Київ, 2001. 39 с.
142. Скаткин М. Н. Методология и методика пед. исследований. М: Просвещение, 1986. 83 с.
143. Скворцова С. О. Формування професійної компетентності в майбутнього вчителя математики. *Педагогічна наука: історія, теорія, практика, тенденції розвитку*. 2010. Вип. 4. URL: <http://skvor.info/publications/articles/print.html?id=120> (дата звернення: 10.03.2019).
144. Словник української мови: в 11 томах. 1971. URL: <http://sum.in.ua> (дата звернення: 08.07.2019).

145. Смоляна Н. В. Поєднання професійного навчання з виробничою працею в закладах професійно-технічної освіти України (1959 – 1991 рр.): дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / Ін-т проф.-техн. освіти НАПН України. Київ, 2012. 341 с.
146. Сонин А. Комикс: психолінгвістический анализ: монографія. Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 1999.
147. Степанович Е. П. Становление и развитие высшего специального образования на Украине во второй половине XIX – начале XX вв.: дисс. ... канд. ист. наук: 07.00.02 / Институт истории Академии наук Украинский ССР. Киев, 1984. 229 с.
148. Таблер Т. І. Використання інтерактивного контенту в електронних освітніх ресурсах у навчальному процесі сучасної школи. *Ukrainian Journal of Educational Studies and Information Technology*. 2019. № 7 (1). С. 54–66.
149. Талызина Н. Ф. Педагогическая психология. М.: Академия, 1999. 288 с.
150. Тарасенкова Н. А. Використання знаково-символьних засобів у навчанні математики: монографія. Черкаси: Відлуння-Плюс, 2002. 400 с.
151. Тарасенкова Н. А. Компетентнісні задачі. Особливості побудови та розв'язування. URL: <https://sites.google.com/view/tum-5-11> (дата звернення: 08.05.2018).
152. Тарасенкова Н. А. Компетентнісний підхід у навчанні математики: теоретичний аспект. *Математика в рідній школі*. 2016. № 11 (179). С. 26–30.
153. Тарасенкова Н. А. Організація навчання у багатопрофільній школі: до постановки проблеми. *Вісник Черкаського університету*. Серія «Педагогічні науки». Черкаси: Вид. від. ЧНУ ім. Б. Хмельницького, 2009. Вип. 155. С. 112–117.

154. Тарасенкова Н. А., Акуленко І. А., Лов'янова І. В., Сердюк З. О. Організація навчання математики у старшій профільній школі: монографія / за ред. Н. А. Тарасенкової. Черкаси: Видавець ФОП Гордієнко, 2017. 216 с.

155. Тарасенкова Н. А., Богатирьова І. М., Коломієць О. М., Сердюк З. О. Засоби перевірки математичної компетентності в основній школі. *Science and education a new dimension*. Budapest: SCASPEE, 2015. III (26). Issue: 71. P. 21–25.

156. Тарасенкова Н. А., Бурда М. І., Богатирьова І. М., Бочко О. П., Коломієць О. М., Сердюк З. О. Самостійні та контрольні роботи з геометрії для 10 класу (рівень стандарту) / за ред. Н. А. Тарасенкової, М. І. Бурди. Київ: Видавничий дім «Освіта», 2012. 48 с.

157. Тарасенкова Н. А., Бурда М. І., Богатирьова І. М., Бочко О. П., Коломієць О. М., Сердюк З. О. Самостійні та контрольні роботи з геометрії для 11 класу (рівень стандарту) / за ред. Н. А. Тарасенкової, М. І. Бурди. Київ: Видавничий дім «Освіта», 2012. 48 с.

158. Тарасенкова Н. А., Кірман В. К. Зміст і структура математичної компетентності учнів загальноосвітніх навчальних закладів. *Математика в школі*. 2008. № 6. С. 3–9.

159. Тарасенкова Н. А., Лов'янова І. В. Задачний підхід до професійно спрямованого навчання математики у профільній школі. *Вісник Черкаського університету*. Серія «Педагогічні науки». Черкаси: Вид. від. ЧНУ ім. Б. Хмельницького, 2015. Вип. 26 (359). С. 3–10.

160. Теоретические основы процесса обучения в советской школе / под ред. В. В. Краевского, И. Я. Лернера. Москва: Педагогика, 1989. 320 с.

161. Тихоненко А. В. К вопросу о формировании ключевых математических компетенций младших школьников. *Начальная школа*. 2006. № 4. С. 78–84.

162. Тінькова Д. Використання коміксів у навчанні стереометрії учнями ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю. *Фундаментальні та прикладні наукові*

дослідження: актуальні питання, досягнення та інновації: матеріали I Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (27.03.2020). Бердянськ: БДПУ, с. 110-112

163. Тінькова Д. Елементи гейміфікації у навчанні стереометрії учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю. *Вісник Черкаського національного університету ім. Богдана Хмельницького*. Серія: Педагогічні науки. 2020. № 1. С. 84–89.

164. Тінькова Д. С. Використання КО-задач при формуванні математичної компетентності учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю. *Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу «ІТМ*плюс – 2018»*: матеріали III Міжнародної науково-методичної конференції (8 – 9 листопада 2018 р., м. Суми): у 2 томах. Т. 1 / упорядн. Чашечникова О. С. Суми: ФОП Цьома С. П., 2018. С. 140–142.

165. Тінькова Д. С. До історії розвитку професійно-технічної освіти України. *Актуальні проблеми природничих та гуманітарних наук у дослідженнях молодих учених «Родзинка-2018»*. Серія: «Природничо-математичні комп'ютерні науки»: матеріали Всеукр. наук. конф. (Черкаси, 19 – 20 квітня 2018 р.). Черкаси: Вид. від. ЧНУ ім. Б.Хмельницького, 2018. С. 524–526.

166. Тінькова Д. С. До питання компетентнісних задач з математики у системі професійно-технічної освіти. *Актуальні проблеми гуманітарних та природничих наук*: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Одеса, 25 – 26 серпня 2017 р.). Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2017. С. 163–166.

167. Тінькова Д. С. До питання методики навчання стереометрії учнів професійно технічних навчальних закладів машинобудівного профілю. *Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу*: матеріали

Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Суми, березень 2017 р.). Суми: ФОП Цьома С. П., 2017. С. 54–56.

168. Тінькова Д. С. До питання підвищення мотивації у майбутніх робітників машинобудівного профілю при вивченні теми «координати і вектори». *Проблеми викладання геометрії у закладах освіти: теорія, методика, практика*: матеріали Всеукр. конфер. (Харків, 8 – 10 квітня 2019 р.). Харків: ХНУ імені В. І. Каразіна, 2019. С. 112–115.

169. Тінькова Д. С. До питання формування математичної компетентності майбутніх робітників машинобудівного профілю при вивченні теми «Многогранники». *Проблеми та шляхи реалізації компетентнісного підходу в сучасній освіті*: матеріали Міжнар. наук.-метод. конф. (Харків, 11 – 12 квітня 2019 р.). Харків: ФОП Бровін О.В., 2019. С. 197–199.

170. Тінькова Д. С. До питання формування професійної компетентності майбутніх верстатників широкого профілю при вивченні теми «Тіла обертання». *Сучасні проблеми управління: економіка, освіта, охорона здоров'я і фармація*: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Ополе (Польща), 11 – 14 листопада 2016 р.). Ополе: Вид-во WSZiA, 2016. С. 173–175.

171. Тінькова Д. С. Застосування методів навчання на уроках математики з урахуванням типу темпераменту учня ЗП(ПТ)О. *Вісник Черкаського університету. Педагогічні науки*. 2018. Вип. 9. С. 55–61.

172. Тінькова Д. С. Збірник завдань зі стереометрії практичного спрямування. Черкаси: Видавець Чабаненко Ю. А., 2018. 40 с.

173. Тінькова Д. С. Ігрові технології навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю. *Наукова діяльність як шлях формування професійних компетентностей майбутнього фахівця*: матер. Міжнар. наук.-практ. конф. (5 – 6 грудня 2019 р.). Суми: ФОП Цьома С. П., 2019. С. 90–92.

174. Тінькова Д. С. Інтерактивні плакати як дидактичні засоби навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О. *Передові освітні практики: Україна, Європа,*

Світ: зб. тез Міжнар. наук.-практ. конф. (16 – 17 листопада 2019 р.). Київ: Педагогічна думка, 2019. С. 35–37.

175. Тінькова Д. С. Математична компетентність як складова системи професійних компетентностей майбутніх робітників машинобудівного профілю. *Актуальні питання природничо-математичної освіти*. 2018. Вип. 1 (11). С. 100–106.

176. Тінькова Д. С. Моніторингове дослідження ступеня початкової геометричної підготовки учнів птнз машинобудівного профілю. *Science and education a new dimension*. Budapest: SCASPEE, 2018. VI (64). Issue: 154. P. 53–56.

177. Тінькова Д. С. Мотиваційний компонент навчальної діяльності учнів ПТНЗ машинобудівного профілю: аналіз даних. *Проблеми математичної освіти (ПМО – 2017)*: матеріали Міжнар. наук.-метод. конф. (Черкаси, 26 – 28 жовтня 2017 р.). Черкаси: Вид. від. ЧНУ ім. Б. Хмельницького, 2017. С. 92–93.

178. Тінькова Д. С. Мотиваційний компонент навчальної діяльності учнів ПТНЗ машинобудівного профілю: констатувальний експеримент. *Актуальні питання природничо-математичної освіти*. 2017. Вип. 10. С. 75–81.

179. Тінькова Д. С. Організація самостійної роботи учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю. *Проблеми та інновації в природничій математичній, технологічній і професійній освіті*: матеріали VII Міжнародної науково-практичної онлайн-інтернет конференції. URL: https://www.cuspu.edu.ua/images/conferences/2018/VIIMiznarod/Tezi_VIIkonf.pdf (дата звернення: 23.08.2019),

180. Тінькова Д. С. Освітні вебресурси як засіб розвитку математичної компетентності учнів ЗП(ПТ)О. *Український педагогічний журнал*. 2019. № 4. С. 99–106.

181. Тінькова Д. С. Реалізація проектного навчання при вивчення стереометрії учнями ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю. *Актуальні питання природничо-математичної освіти*. 2019. № 13. С. 62–70.

182. Тінькова Д. С. Рефлексія як складова навчання математики учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю. *Наступність у навчанні математики в умовах реформи загальної середньої освіти: реалії та перспективи*: зб. наук. праць за матеріалами Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю (20 – 21 вересня 2019 р.) / Міністерство освіти і науки України, ДЗ «ПНПУ імені К. Д. Ушинського» [та ін.]. Харків: Вид-во «Ранок», 2019. С. 121–123

183. Тінькова Д. С. Сайт «Цікава стереометрія» як елемент дистанційного навчання учнів ЗП(ПТ)О. *Реалії і перспективи природничо-математичної підготовки у закладах освіти*: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (Херсон, 12 – 13 вересня 2019 р.). Херсон: Видавництво ПП В. С. Вишемирський, 2019. С. 108–110.

184. Тінькова Д. С. Система задач як засіб формування математичної компетентності майбутніх робітників машинобудівного профілю. *Математичні проблеми технічної механіки*: матеріали Міжнар. наук. конф. (Кам'янське, 16 – 19 квітня 2018 р.). Кам'янське, 2018. С. 98.

185. Тінькова Д. С. Стан математичної підготовки учнів ЗПТО: результати анкетування викладачів. *Проблеми математичної освіти (ПМО – 2019)*: матеріали Міжнар. наук.-метод. конф. (Черкаси, 11 – 12 квітня 2019 р.). Черкаси: Вид. ФОП Гордієнко Є. І., 2019. С. 82–84.

186. Тінькова Д. С. Стереометрія як невід'ємна складова підготовки робітників машинобудівного профілю. URL: <http://ivet-ua.science/events/eventdetail/210> (дата звернення: 23.08.2019).

187. Ткаченко О. С. Практичні та лабораторні роботи на уроках математики. Покровськ, 2013. 56 с.

188. Указ Президента України «Про додаткові заходи щодо вдосконалення професійно-технічної освіти в Україні». URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1102/2004> (дата звернення: 23.09.2019).

189. Унт И. Э. Индивидуализация и дифференциация обучения. М., 1990. 192 с.

190. Філон Л. Г., Швець В. О. Елементи стереометрії в курсі математики основної школи: навч. посіб. для студ. мат. спец. вищ. навч. закл. Київ: Шкіл. світ, 2006. 128 с.

191. Харламов М. І. Розвиток професійно-технічної освіти в УСРР у 1921 – 1929 рр.: автореф. дис. ... канд. істор. наук: 07.00.01 / Харківський національний університет ім. В. Н. Каразіна. Харків, 2011. 20 с.

192. Хуторской А. В. Деятельность как содержание образования. *Народное образование*. 2003. № 8. С. 107–115.

193. Хуторской А. В. Ключевые компетенции как компонент личностно ориентированной парадигмы образования. *Народное образование*. 2003. № 2. С. 58–64.

194. Цибульська Г. М. Особливості математичної підготовки майбутніх робітників. *Психолого-педагогічні проблеми професійної освіти*: наук.-метод. зб. / Ін-т систем. дослідж. освіти України, Ін-т педагогіки і психології проф. освіти, Упр. освіти Харк. облдержадмін. Київ, 1994. С. 267–270.

195. Цікава стереометрія: сайт / Д. С. Тінькова; Лабораторія математичної освіти Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького. Черкаси, 2018 – 2019. URL: sites.google.com/view/stereopto (дата звернення: 05.02.2020).

196. Чашечникова О. С. Підготовка майбутнього вчителя математики до ефективної професійної діяльності у сучасних умовах. *Міжнар. науково-метод. конф. ПМО-2017*. Черкаси, 2017. С. 30–31.

197. Черненко Я. І. Формування геометричних умінь учнів професійно-технічних навчальних закладів: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Черкаський національний ун-т імені Богдана Хмельницького МОН України. Черкаси, 2017. 312 с.

198. Шепель Л. Ф. Проблема підготовки кадрів спеціалістів в УРСР з робітників і селян (20-ті рр. ХХ ст.). Київ: Інститут історії України НАН України, 1995. 32 с.

199. Щербань П.М. Навчально-педагогічні ігри у вищих навчальних закладах. Київ: Вища шк., 2004. 207 с.

200. A Study on the Relationship between Temperament and Mathematics Academic Achievement Li, Mingzhen (Southwest China University); Pang, Kun (Chinese People's Armed Police Forces Academy).

201. Abdulwahed M., Jaworski B. & Crawford A. R. Innovative approaches to teaching mathematics in higher education: a review and critique. *Nordic Studies in Mathematics Education*. 2012. № 17 (2). P. 49–68.

202. Anderson L. W., Krathwohl D. R. A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. New York: Longman, 2001. 333 p.

203. Apostol S., Zaharescu L., Alexe I. Gamification of Learning and Educational Games. *9th. International Scientific Conference eLearning and software for Education*. Bucharest, 2013, April 25 – 26. P. 67–72.

204. Bishop A. Review of research on visualization in mathematics education. *Focus on Learning Problems in Mathematics*. 1989. № 11 (1). P. 7–16.

205. Bloom B. S. Taxonomy of educational objectives: the classification of Educational Objectives. New York: Longmans, 1956. 403 p.

206. Boesen J., Bergqvist T., Helenius O., Bergqvist E. Developing mathematical competence: From the intended to the enacted curriculum. *Journal of Mathematical Behavior*. 2014.

207. Buckley P., Doyle E. Gamification and student motivation. *Interactive Learning Environments*. 24:6, 1162-1175, DOI: [10.1080/10494820.2014.964263](https://doi.org/10.1080/10494820.2014.964263)
208. Cho H. *The Use of Cartoons as Teaching a Tool in Middle School Mathematics*. ProQuest, UMI Dissertations Publishing. 2012.
209. *Competency-based Education and Training: Between a Rock and a Whirlpool* Roger Harris, Barry Hobart, David Lundberg.
210. Curry L. *An Organization of Learning Styles Theory and Constructs*. 1983.
211. Curry L. *Integrating concepts of cognitive or learning style: A review with attention to psychometric standards*. Ottawa: Canadian College of Health Service Executives, 1987.
212. Deterding S., Khaled R., Nacke L., Dixon D. Gamification: Toward a Definition. *Proceeding of ACM CHI*. Vancouver, Canada, 2011.
213. Duckworth A. L., Allred K. M. Temperament in the classroom. R. L. Shiner & M. Zentner (Eds.). *Handbook of temperament*. New York, NY: Guilford Press, 2012. P. 627–644.
214. Erica R., Sheridan K. The Maker Movement in Education *Harvard Educational Review*. Vol. 84. № 4. P. 495–504.
215. Faiella F., Ricciardi M. Gamification and learning: A review of issues and research. *Journal of E-Learning and Knowledge Society*. 2015. № 11. P. 13–21.
216. Frank R., Bird E., Ryan M. Learning Styles: A Review of Theory, Application, and Best Practices. *American Journal of Pharmaceutical Education*. 2009. Vol. 73. Issue 1. Article 9.
217. Glass B., Deckert W. Making Better Use of Computer Tools in Geometry. *Mathematics teacher*. 2001. Vol. 94. Issue 3. P. 224.
218. Gura E.-Y. Game Theory: An Alternative Mathematical Experience. *Developing 21st Century Competencies in the Mathematics Classroom*. 2016. P. 261–271.

219. Hamari J., Koivisto J. Social motivations to use gamification: An empirical study of gamifying exercise. *Proceedings of the 21st European conference on information systems*. Utrecht, Netherlands, 2013.
220. Janet E. Truluck, Bradley C. Courtenay. Learning style preferences among older adults, *Educational Gerontology*, 1999. 25:3, P. 221–236.
221. Kapp K. M. *The gamification of learning and instruction*. San Francisco, Pfeiffer, 2012.
222. Kiely E., Burke, John W. (Ed.), *Competency Based Education and Training*, Falmer Press, 1989. *British Journal of Visual Impairment*. 1990. № 8 (1). P. 29–39.
223. Kilpatrick, A.J., Swaford, J. and Findell, B. *Adding It UP: Helping children learn Mathematics*. Washington, DC: National Academy Press, 2001.
224. Kolb D & Kolb A. *The Kolb Learning Style Inventory 4.0: Guide to Theory, Psychometrics, Research & Applications*, 2013.
225. Kolb D. A. *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1984.
226. Kolb D. A. *Learning Style Inventory*. Boston: McBer and Company, 1985.
227. Lithner J., Bergqvist E., Bergqvist T., Boesen J., Palm T., Palmberg B. Mathematical competencies: A research framework. In C. Bergsten, E. Jablonka & T. Wedege (Eds.). *Mathematics and mathematics education: Cultural and social dimensions*. Proceedings of MADIF 7, the Seventh Mathematics Education Research Seminar, Stockholm, January 26 – 27, 2010. P. 157–167.
228. Marczewski A. *Gamification: A Simple Introduction*, Raleigh, Lulu, 2012.
229. Mathis B. C., Cotton J. W., Sechrist L. *Psychological foundations of education, learning and teaching*. Academic Press, 1970.

230. Milovanović M., Obradović J., Milajić A. Application of interactive multimedia tools in teaching mathematics – Examples of lessons from geometry. *Turkish Online Journal of Educational Technology*. 2013. № 12. P. 19–31.

231. New Hampshire College and Career Ready K-8 Mathematics Model Competencies.

232. Niss M. Mathematical competencies and the learning of mathematics: The Danish KOM Project. In A. Gagatsis & S. Papastavridis (Eds.), *Proceedings of the third mediterranean conference on mathematics education* (pp. 115–124). Athens, Hellenic Republic: Greek Mathematical Society, 2003.

233. Niss M. Reflection on the state of and trends in research on mathematics teaching and learning: From here to utopia. In *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 1293–1312). Charlotte, NC: Information Age Publishing, 2007.

234. Niss M. A., Højgaard T. (Eds.) *Competencies and Mathematical Learning: Ideas and inspiration for the development of mathematics teaching and learning in Denmark*. Roskilde: Roskilde Universitet, 2011.

235. Niss M., Jensen T. H. (eds.): *Kompetencer og matematiklæring. Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie, Undervisningsministeriet (Ministry of Education)*. 2002. № 18. P. 1–334.

236. Niss M. *Kompetencer og uddannelsesbeskrivelse. Uddannelse*. 1999. № 9. P. 21–29.

237. Programme for International Student Assessment. URL: <http://pisa.testportal.gov.ua> (дата звернення: 12.10.2019).

238. Helle L., Olkinuora E. Project-based learning in post-secondary education – theory, practice and rubber sling shots.. *Higher Education*. 2006. №51. P. 287–314.

239. Sexton M. Using concept cartoons to access student beliefs about preferred approaches to mathematics learning and teaching. *Annual Meeting of the*

Mathematics Education Research Group of Australasia. Western Australia: Mathematics Education Research Group of Australasia, 2010.

240. Spady W. G. Competency Based Education: A Bandwagon in Search of a Definition. *Educational Researcher*. 1977. № 6 (1). P. 9–14.

241. Tarasenkova N. Peculiar Features of Verbal Formulations in School Mathematics. *Global Journal of Human-Social science: G: Linguistics & Education*. 2014. 14 (3). P. 61–67.

242. Tarasenkova N. Non-verbal Shells of the Instructional Mathematical Content. *American Journal of Educational Research*. 2015. 3 (12B). P. 1–5.

243. The Díaz L. Teaching and Learning Process of Mathematics in the Primary Education Stage: a Constructivist Proposal within the Framework of Key Competences. *International electronic journal of mathematics education*. 2017. Vol. 127. № 3. P. 709–713.

244. Tinkova D. Model of competently oriented teaching of stereometry to future engineers. *Science and education a new dimension*. Budapest: SCASPEE, 2020. VIII (90). Issue: 222. P. 38–40.

245. Tinkova D. Modeling Elements and the Development of the Engineering Students' Mathematical Competence. *Current issues in ensuring the quality of mathematical education: monograph*; Eds. prof. N. Tarasenkova, & L. Kyba. Budapest: SCASPEE, 2019. P. 79–94.

246. Tinkova D. Monitoring studies of the initial geometric training of pupils of vocational school of machine-building profile. *Actual Problems of Science and Education – APSE 2018* (January 28, 2018, Society for Cultural and Scientific Progress in Central and Eastern Europe, Budapest). URL: <http://scaspee.com/all-materials/actual-problems-of-science-and-education-apse-2018>.

247. Tinkova D. The state of geometric training of students of vocational school of machine-building profile: analysis of data. *II International Scientific and Practical Conference «Topical issues of science and education» (December 18, 2017*

Warsaw, Poland). URL: <http://archive.ws-conference.com/category/poland2017-december>.

248. Toh T. L., Cheng L. P., Jiang H., Lim K. M. Use of Comics and Storytelling in Teaching Mathematics. *Developing 21st Century Competencies in the Mathematics Classroom*. 2016. P. 241–259.

249. Tuckman B. W. Developmental sequence in small groups. *Psychological Bulletin*. 1965. P. 384–399.

250. Turner R. Exploring mathematical competencies. *Research Developments*. 2010. P. 24. URL: <https://research.acer.edu.au/resdev/vol24/iss24/5>.

251. Using Math Projects in Teaching and Learning Adrian Stoica The 6th International Conference Edu World 2014 «Education Facing Contemporary World Issues», 7th – 9th November 2014.

252. Voorhees R. A. Competency-Based Learning Models: A Necessary Future. *New Directions for Institutional Research*. 2001. P. 5–13.

253. Wilkie S., Zakaria G., McDonald T., Borland R. Considerations for designing H5P online interactive activities. Open Oceans: Learning without borders. Proceedings ASCILITE 2018 Geelong, 2018. P. 543–549.

ДОДАТКИ

Додаток А. Список наукових публікацій здобувачки за темою дослідження

I. Статті у наукових фахових виданнях України

1. Тінькова Д. С. Мотиваційний компонент навчальної діяльності учнів ПТНЗ машинобудівного профілю: констатувальний експеримент. *Актуальні питання природничо-математичної освіти*. 2017. Вип. 10. С. 75–81 (*Index Copernicus*)

2. Тінькова Д. С. Математична компетентність як складова системи професійних компетентностей майбутніх робітників машинобудівного профілю. *Актуальні питання природничо-математичної освіти*. 2018. Вип. 1 (11). С. 100–106. (*Index Copernicus*)

3. Тінькова Д. С. Застосування методів навчання на уроках математики з урахуванням типу темпераменту учня ЗП(ПТ)О. *Вісник Черкаського університету*. Педагогічні науки. 2018. Вип. 9. С. 55–61. (*Index Copernicus*)

4. Тінькова Д. С. Освітні вебресурси як засіб розвитку математичної компетентності учнів ЗП(ПТ)О. *Український педагогічний журнал*. 2019. № 4. С. 99–106. (*Index Copernicus*)

5. Тінькова Д. С. Реалізація проектного навчання при вивченні стереометрії учнями ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю. *Актуальні питання природничо-математичної освіти*. 2019. № 13. С. 62–70. (*Index Copernicus*)

6. Тінькова Д. Елементи гейміфікації у навчанні стереометрії учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю. *Вісник Черкаського національного університету ім. Богдана Хмельницького*. Серія: Педагогічні науки. 2020. № 1. С. 84–89. (*Index Copernicus*)

II. Статті у закордонних періодичних виданнях

7. Тінькова Д. С. Моніторингове дослідження ступеня початкової геометричної підготовки учнів птнз машинобудівного профілю. *Science and education a new dimension*. Budapest: SCASPEE, 2018. VI (64). Issue: 154. P. 53–56. (*Index Copernicus*)
8. Tinkova D. Model of competently oriented teaching of stereometry to future engineers. *Science and education a new dimension*. Budapest: SCASPEE, 2020. VIII (90). Issue: 222. P. 38–40. (*Index Copernicus*)

III. Праці апробаційного характеру, опубліковані у вітчизняних і закордонних виданнях

9. Тінькова Д. С. До питання формування професійної компетентності майбутніх верстатників широкого профілю при вивченні теми «Тіла обертання». *Сучасні проблеми управління: економіка, освіта, охорона здоров'я і фармація: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Ополе (Польща), 11 – 14 листопада 2016 р.)*. Ополе: Вид-во WSZiA, 2016. С. 173–175.
10. Тінькова Д. С. Стереометрія як невід'ємна складова підготовки робітників машинобудівного профілю. URL: <http://ivet-ua.science/events/eventdetail/210>
11. Тінькова Д. С. До питання методики навчання стереометрії учнів професійно технічних навчальних закладів машинобудівного профілю. *Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Суми, березень 2017 р.)*. Суми: ФОП Цьома С. П., 2017. С. 54–56.
12. Тінькова Д. С. До питання компетентнісних задач з математики у системі професійно-технічної освіти. *Актуальні проблеми гуманітарних та*

природничих наук: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Одеса, 25 – 26 серпня 2017 р.). Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2017. С. 163–166.

13. Мотиваційний компонент навчальної діяльності учнів ПТНЗ машинобудівного профілю: аналіз даних. *Проблеми математичної освіти (ПМО – 2017)*: матеріали Міжнар. наук.-метод. конф. (Черкаси, 26 – 28 жовтня 2017 р.). Черкаси: Вид. від. ЧНУ ім. Б. Хмельницького, 2017. С. 92–93.

14. Tinkova D. The state of geometric training of students of vocational school of machine-building profile: analysis of data. *II International Scientific and Practical Conference «Topical issues of science and education» (December 18, 2017 Warsaw, Poland)*. URL: <http://archive.ws-conference.com/category/poland2017-december>.

15. Tinkova D. Monitoring studies of the initial geometric training of pupils of vocational school of machine-building profile. *Actual Problems of Science and Education – APSE 2018* (January 28, 2018, Society for Cultural and Scientific Progress in Central and Eastern Europe, Budapest). URL: <http://scaspee.com/all-materials/actual-problems-of-science-and-education-apse-2018>.

16. Тінькова Д. С. До історії розвитку професійно-технічної освіти України. *Актуальні проблеми природничих та гуманітарних наук у дослідженнях молодих учених «Родзинка-2018»*. Серія: «Природничо-математичні комп'ютерні науки»: матеріали Всеукр. наук. конф. (Черкаси, 19 – 20 квітня 2018 р.). Черкаси: Вид. від. ЧНУ ім. Б.Хмельницького, 2018. С. 524–526.

17. Тінькова Д. С. Система задач як засіб формування математичної компетентності майбутніх робітників машинобудівного профілю. *Математичні проблеми технічної механіки*: матеріали Міжнар. наук. конф. (Кам'янське, 16 – 19 квітня 2018 р.). Кам'янське, 2018. С. 98.

18. Тінькова Д. С. Використання КО-задач при формуванні математичної компетентності учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю. *Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі*

навчання дисциплін природничо-математичного циклу «ІТМ*плюс – 2018»: матеріали III Міжнародної науково-методичної конференції (8 – 9 листопада 2018 р., м. Суми): у 2 томах. Т. 1 / упорядн. Чашечникова О. С. Суми: ФОП Цьома С. П., 2018. С. 140–142.

19. Тінькова Д. С. Організація самостійної роботи учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю. *Проблеми та інновації в природничій математичній, технологічній і професійній освіті*: матеріали VII Міжнародної науково-практичної онлайн-інтернет конференції. URL: https://www.cuspu.edu.ua/images/conferences/2018/VIIIMiznarod/Tezi_VIIkonf.pdf

20. Тінькова Д. С. Стан математичної підготовки учнів ЗПТО: результати анкетування викладачів. *Проблеми математичної освіти (ПМО – 2019)*: матеріали Міжнар. наук.-метод. конф. (Черкаси, 11 – 12 квітня 2019 р.). Черкаси: Вид. ФОП Гордієнко Є. І., 2019. С. 82–84.

21. Тінькова Д. С. До питання формування математичної компетентності майбутніх робітників машинобудівного профілю при вивченні теми «Многогранники». *Проблеми та шляхи реалізації компетентнісного підходу в сучасній освіті*: матеріали Міжнар. наук.-метод. конф. (Харків, 11 – 12 квітня 2019 р.). Харків: ФОП Бровін О.В., 2019. С. 197–199.

22. Тінькова Д. С. До питання підвищення мотивації у майбутніх робітників машинобудівного профілю при вивченні теми «координати і вектори». *Проблеми викладання геометрії у закладах освіти: теорія, методика, практика*: матеріали Всеукр. конфер. (Харків, 8 – 10 квітня 2019 р.). Харків: ХНУ імені В. І. Каразіна, 2019. С. 112–115.

23. Тінькова Д. С. Сайт «Цікава стереометрія» як елемент дистанційного навчання учнів ЗП(ПТ)О. *Реалії і перспективи природничо-математичної підготовки у закладах освіти*: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (Херсон, 12 – 13 вересня 2019 р.). Херсон: Видавництво ПП В. С. Вишемирський, 2019. С. 108–110.

24. Тінькова Д. С. Рефлексія як складова навчання математики учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю. *Наступність у навчанні математики в умовах реформи загальної середньої освіти: реалії та перспективи*: зб. наук. праць за матеріалами Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю (20 – 21 вересня 2019 р.) / Міністерство освіти і науки України, ДЗ «ПНПУ імені К. Д. Ушинського» [та ін.]. Харків: Вид-во «Ранок», 2019. С. 121–123

25. Тінькова Д. С. Інтерактивні плакати як дидактичні засоби навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О. *Передові освітні практики: Україна, Європа, Світ*: зб. тез Міжнар. наук.-практ. конф. (16 – 17 листопада 2019 р.). Київ: Педагогічна думка, 2019. С. 35–37

26. Тінькова Д. С. Ігрові технології навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю. *Наукова діяльність як шлях формування професійних компетентностей майбутнього фахівця*: матер. Міжнар. наук.-практ. конф. (5 – 6 грудня 2019 р.). Суми: ФОП Цьома С. П., 2019. С. 90–92.

27. Тінькова Д. Використання коміксів у навчанні стереометрії учнями ЗП(ПТ)О машинобудівного профілю. *Фундаментальні та прикладні наукові дослідження: актуальні питання, досягнення та інновації*: матеріали I Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (27.03.2020). Бердянськ: БДПУ, с. 110-112

28. Тінькова Д. Використання сенканів при вивченні стереометрії учнями зп(пт)о машинобудівного профілю на етапі рефлексії. *Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу «ІТМ*плюс – 2020»* : матеріали III Міжнар. дистанційної наук.-метод. конф. (квітень - травень 2020 р.). Суми. 2020. С. 106-107.

IV. Праці, які додатково відображають наукові результати дослідження

29. Тiнькова Д. С. Збiрник завдань зi стереометрiї практичного спрямування. Черкаси: Видавець Чабаненко Ю. А., 2018. 40 с.

30. Цiкава стереометрiя: сайт / Д. С. Тiнькова; Лабораторiя математичної освiти Черкаського національного унiверситету iменi Богдана Хмельницького. Черкаси, 2018 – 2019. URL: sites.google.com/view/stereopto

Додаток Б. Тест Г. Айзенка на визначення типу темпераменту

Інструкція. Вам пропонується кілька питань. На кожне питання відповідайте лише «так» або «ні».

1. Чи часто Ви відчуваєте жагу до нових вражень, до того, щоб відволіктися, випробувати сильні відчуття?
2. Чи часто Ви відчуваєте, що маєте потребу в друзях, які можуть зрозуміти Вас, підбадьорити, поспівчувати?
3. Чи вважаєте Ви себе безтурботною людиною?
4. Чи дуже важко Вам відмовитися від своїх намірів?
5. Ви обмірковуєте свої справи не поспішаючи чи прагнете почекати, перш ніж діяти?
6. Чи завжди Ви виконуєте свої обіцянки, навіть якщо Вам це не вигідно?
7. Чи часто у Вас бувають спади та підйоми настрою?
8. Чи швидко Ви зазвичай дієте й говорите?
9. Чи виникало у Вас коли-небудь відчуття, що Ви нещасні, хоча жодної серйозної причини для цього не було?
10. Чи правильно, що на парі Ви здатні зважитися на все?
11. Чи бентежитесь Ви, коли хочете познайомитися з людиною протилежної статі, яка Вам симпатична?
12. Чи буває, що, розлютившись, Ви виходите із себе?
13. Чи часто Ви дієте нерозважливо, під впливом моменту?
14. Вас часто турбує думка про те, що Вам не слід було щось робити або говорити?
15. Чому Ви віддаєте перевагу: читанню книг чи зустрічам з людьми?
16. Чи правильно, що Вас легко образити?
17. Чи любляете Ви часто бувати в компанії?

18. Чи бувають у Вас такі думки, якими Вам не хотілося б ділитися з іншими?
19. Чи правильно, що іноді Ви настільки сповнені енергії, що все горить у руках, а іноді відчуваєте втому?
20. Чи намагаєтеся Ви обмежувати коло своїх знайомств невеликою кількістю найближчих друзів?
21. Чи багато Ви мрієте?
22. Коли на Вас гримають, чи відповідаєте Ви тим самим?
23. Чи вважаєте Ви всі свої звички гарними?
24. Чи часто у Вас виникає почуття, що Ви в чомусь винні?
25. Чи здатні Ви іноді дати волю своїм почуттям і безтурботно розважатися у веселій компанії?
26. Чи можна сказати, що нерви у Вас часто натягнуті до межі?
27. Чи маєте Ви славу людини жвавої та веселої?
28. Після того як справу зроблено, чи часто Ви подумки повертаєтеся до неї й думаєте, що могли б зробити краще?
29. Чи відчуваєтеся Ви неспокійно, перебуваючи у великій компанії?
30. Чи трапляється, що Ви передаєте чутки?
31. Чи буває, що Вам не спиться через те, що в голові вирують різні думки?
32. Якщо Ви хочете про щось довідатися, Ви знаходите це в книзі чи питаєте в людей?
33. Чи буває у Вас сильне серцебиття?
34. Чи подобається Вам робота, що вимагає зосередженості?
35. Чи бувають у Вас дрижаки?
36. Чи завжди Ви говорите правду?
37. Чи буває Вам неприємно перебувати в компанії, де кепкують один з одного?
38. Чи дратівливі Ви?

39. Чи подобається Вам робота, що вимагає швидкодії?
40. Чи правильно, що Вам часто не дають спокою думки про різні неприємності й жахи, які могли б статися, хоча все скінчилося благополучно?
41. Чи правильно, що Ви неквапливі в рухах і трохи повільні?
42. Чи спізнювалися Ви коли-небудь на роботу, на зустріч із кимось?
43. Чи часто Вам сняться кошмари?
44. Чи правильно, що Ви так любите поговорити, що не пропускаєте будь-яку нагоду поговорити з новою людиною?
45. Чи турбують Вас які-небудь болі?
46. Чи засмутитеся Ви, якщо довго не зможете бачитися з товаришами?
47. Чи нервова Ви людина?
48. Чи є серед ваших знайомих ті, хто Вам точно не подобається?
49. Ви впевнена в собі людина?
50. Вас легко зачіпає критика ваших недоліків чи вашої роботи?
51. Чи важко Вам одержати справжнє задоволення від заходів, у яких бере участь багато народу?
52. Чи турбує Вас відчуття, що Ви чимось гірші за інших?
53. Зуміли б Ви внести пожвавлення в нудну компанію?
54. Чи трапляється, що Ви говорите про речі, на яких зовсім не розумієтесь?
55. Чи піклуєтеся Ви про своє здоров'я?
56. Чи любите Ви пожартувати над іншими?
57. Чи страждаєте Ви від безсоння?

Опрацювання результатів.

Екстраверсія. Обчислюється сума відповідей «так» у питаннях 1, 3, 8, 10, 13, 17, 22, 25, 27, 39, 44, 46, 49, 53, 56 і відповідей «ні» у питаннях 5, 15, 20, 29, 32, 34, 37, 41, 51.

Якщо сума балів дорівнює 0-10, то Ви інтроверт, занурені в себе.

Якщо 15-24, то Ви екстраверт, товариська людина, обернена до зовнішнього світу. Якщо 11-14, то Ви амбіверт, спілкуєтеся, коли Вам це потрібно.

Невротизм. Обчислюється кількість відповідей «так» у питаннях 2, 4, 7, 9, 11, 14, 16, 19, 21, 23, 26, 28, 31, 33, 35, 38, 40, 43, 45, 47, 50, 52, 55, 57.

Якщо кількість відповідей «так» дорівнює 0-10, то це свідчить про емоційну стійкість. Якщо 11-16, то це емоційна вразливість. Якщо 17-22, то з'являються окремі ознаки розхитаності нервової системи. Якщо 23-24, то — невротизм, що межує з патологією, можливий зрив, невроз.

Неправда. Обчислюється сума балів відповідей «так» у питаннях 6, 24, 36 і відповідей «ні» у питаннях 12, 18, 30, 42, 48, 54. Якщо набрана кількість балів 0-3 — норма людської неправди, відповідям можна довіряти. Якщо 4-5, то сумнівно. Якщо 6-9, то відповіді недостовірні.

Сангвінік-екстраверт: стабільна особистість, соціальний, спрямований до зовнішнього світу, товариська, часом балакуча, безтурботна, весела, любить лідерство, має багато друзів, життєрадісна.

Холерик-екстраверт: нестабільна особистість, збудлива, нестримана, агресивна, імпульсивна, оптимістична, активна, але працездатність і настрої нестабільні, циклічні. У ситуації стресу — схильність до істерико-психопатичних реакцій. *Флегматик-інтроверт*: стабільна особистість, повільна, спокійна, пасивна, незворушна, обережна, замислена, мирна, стримана, надійна, спокійна у взаєминах, здатна витримати тривалі негаразди без зривів здоров'я і настрою. *Меланхолік-інтроверт*: нестабільна особистість, тривожна, песимістична, зовні стримана, але в душі надзвичайно емоційна, чутлива, переймається й переживає, схильна до тривоги, депресій, смутку; у напружених ситуаціях можливі зрив або погіршення діяльності («стрес кролика»).

Додаток В. Тест Д. Колба на визначення стилю навчання

Оцініть кожне судження від 1 до 4, де: 1- ні; 2 – швидше ні; 3 – швидше так; 4 - так.		
1а		Я шукаю розбіжності і подібності
1б		Я спершу щось пробує самостійно
1в		Я відчуваю причетність до чогось
1г		Я переважно звертаю увагу на те, що має практичне значення
2а		Я дозволяю відбуватися явищам так, як вони відбуваються
2б		Мене цікавить, чи важливе те, що я мушу робити
2в		Я аналізую
2г		Я не висловлюю оціночні судження, не займаю жодної позиції
3а		Я переважно переймаюся тим, що відчуваю і переживаю
3б		Я переважно спостерігаю
3в		Я переважно розмірковую над чимось
3г		Я переважно дію
4а		Я сприймаю речі такими якими вони є
4б		Я готовий іти на ризик, говорячи або роблячи щось
4в		Я часто роблю оціночні висновки
4г		Я намагаюся усвідомлювати, що навколо мене відбувається

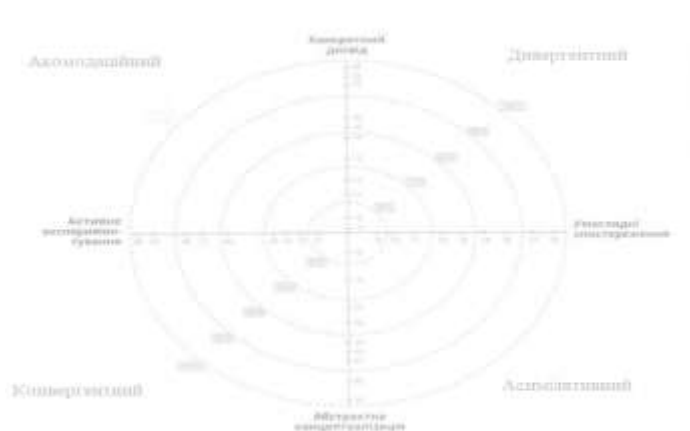
5а		Я працюю переважно інтуїтивно
5б		Я схильний активно щось робити
5в		Насамперед я намагаюся логічно мислити
5г		Я переважно ставлю собі питання
6а		Мене цікавить ідея, сутнісний зміст
6б		Я переважно дивлюся і слухаю
6в		Я надаю перевагу конкретиці
6г		Я переважно активно дію
7а		Я спрямований на сьогодні, на «тут і тепер»
7б		Я враховую всі деталі та роздумую над ними
7в		Я спрямований переважно на те, що ще має відбутися
7г		Я звертаю увагу переважно на прагматичний бік справи
8а		Я зосереджений насамперед на переживанні
8б		Я збираю інформацію і дані, слухаючи і дивлячись
8в		Я намагаюся осягнути явища переважно в логічному понятійному взаємозв'язку
8г		Я переважно перевіряю ідеї й експериментую в різних ситуаціях
9а		Те, що відбувається, я переживаю здебільшого чуттєво й сильно
9б		Я волію бути осторонь від того, що відбувається

9в		Я підходжу до того, що відбувається переважно раціонально
9г		Моє ставлення до того, що відбувається, активне і я за нього відповідаю

Щоб визначити, який стиль навчання Вам пасує найбільше треба підрахувати загальний бал для всіх чотирьох стилів навчання. Це можна зробити за допомогою таблиці наведеної нижче.

Способи навчання		Бали
Конкретний досвід	$1a+2a+3a+4a+5a+6a+7a+8a+9a=$	
Умоглядне спостереження	$1б+2б+3б+4б+5б+6б+7б+8б+9б=$	
Абстрактна концептуалізація	$1в+2в+3в+4в+5в+6в+7в+8в+9в=$	
Активне експериментування	$1г+2г+3г+4г+5г+6г+7г+8г+9г=$	

Підсумковий бал з кожного способу навчання потрібно вписати у схему «Система координат Девіда Колба». Пов'язавши чотири точки, Ви отримуете «парерового змія» який відображає Ваш стиль навчання.



Мал. Система координат Д. Колба

Додаток Г. Задачі для формування аксіологічного складника математичної компетентності

Задача 1. Відомий фінський архітектор Алвар Аалто створив перший у світі круглий триногий стілець (рис. В.1).



Рис. В. 1. Триногий стілець

Чому стілець стійкий лише на трьох ніжках, замість чотирьох?

Задача 2. Доведіть, що існує безліч точок, які не належать у площині руля автомобіля (рис. В.2).



Рис. В. 2. Руль автомобіля

Задача 3. Чому мотоцикл із коляскою (Рис. В. 3) стоїть на дорозі стійко, а мотоциклу без коляски (рис. В. 4) потрібна додаткова опора?



Рис. В. 3. Мотоцикл із коляскою



Рис. В. 4. Мотоцикл без коляски

Задача 4. Чому замкнені двері кімнати не відчиняються, а незамкнені можна легко відкрити (рис. В. 5)?



Рис. В. 5. Замкнені/відчинені двері

Задача 5. Чому людям безпечніше їздити на триколісному велосипеді (рис. В. 6)?



Рис. В. 6. Триколісний велосипед

Задача 6. Яке взаємне розташування прямих на упаковці від томатної пасти (рис. В. 7)?



Рис. В. 7. Упаковка від томатної пасти

Задача 7. Бабуся на городі висадила рядки різних овочів (рис. В. 8). Назвіть взаємне розміщення рядків на городі.



Рис. В. 8. Рядки овочів на городі

Задача 8. Вантажівки їдуть дорогою по естакаді, автомобіль їде дорогою під естакадою (рис. В. 9). Чи будуть є ці дві дороги мимобіжними прямими?



Рис. В. 9. Естакада

Задача 9. У Латвії є знаменита будівля «Три брати» (рис. В. 10): блакитний, жовтий та білий будинки стоять поруч. Блакитний будинок паралельний жовтому і білий будинок паралельний жовтому. Чи паралельні між собою блакитний та білий будинки? Яка властивість виконується?



Рис. В. 10. Будівля «Три брати»

Задача 10. Розгляньте план частини міста Черкаси, Україна (рис. В.11).



Рис. В. 11. План частини міста Черкаси, Україна

- А) Яке взаємне розміщення вулиць Смілянська та Сумгайтська?
- Б) Яке взаємне розміщення вулиць Благовісна та Ільїна?
- В) Яке взаємне розміщення вулиць Бульвар Шевченка та Смілянська?
- Г) Яке взаємне розміщення вулиць Хрещатик та Остафія Дашкевича?

Додаток Г. Задачі для формування когнітивного складника математичної компетентності

Задача 11. Уявіть ситуацію: молодший братик чи сестричка запитує: «Що таке паралельні прямі? Що це означає?». Поясніть дитині на простих прикладах суть даного поняття.

Задача 12. Які деталі гітари (рис. Г. 1) нагадують паралельні прямі і площини?



Рис. Г. 1. Гітара

Задача 13. Які деталі чи частини токарного станка (рис. Г. 2) нагадують паралельні прямі і площини?



Рис. Г. 2. Токарний станок

Задача 14. Наведіть приклади паралельних площин в конструкції токарного станка (рис. Г. 2).

Задача 15. Яким многокутником може бути тінь будинку ООН у Нью-Йорку (рис. Г. 3), тінь від світильника у формі куба (рис. Г. 4), тінь від піраміди Хеопса (рис. Г. 5)? Відповідь обґрунтуйте.



Рис. Г.3. Будівля ООН



Рис. Г.4. Світильник



Рис. Г.5. Піраміда Хеопса

Задача 16. Уявіть ситуацію: молодший братик чи сестричка запитує: «Що таке «перпендикулярно»? Що означає це слово?». Поясніть дитині на простих прикладах суть даного поняття.

Задача 17. Хлопці за традицією збираються у похід та складають їжу в торбинку. Сіль кладуть у коробку з-під сірників (рис. Г. 6), щоб не розсипалась. Коробка має розміри: довжина 50,5 мм, ширина 37,5 мм, висота 14,5 мм. Скільки грамів солі вміститься в коробку з-під сірників? (Густина солі = 2,17 г/см³).



Рис. Г. 6. Коробка з-під сірників

Додаток Д. Задачі для формування діяльнісного складника математичної компетентності

Задача 18. Побудуйте в зошиті зображення фігури, форму якої має: упаковка з-під молока (рис. Г. 1), шматок сиру (рис. Г. 2), дитячий манеж (рис. Г. 3).



Рис. Г.1. Упаковка з-під молока



Рис. Г. 2. Шматок сиру



Рис. Г. 3. Дитячий манеж

Задача 19. Археолог Олександр знайшов стародавню піраміду (рис. Г. 4), у середині основи якої, заховано скарб. Зайти у піраміду він може лише по мотузці через вершину. Олександр виміряв довжину і ширину підніжжя піраміди – 133 і 156 м. Відстань від вершини до середини підніжжя 137 м. Скільки метрів мотузки знадобиться Олександрові, щоб спуститися з вершини піраміди та забрати скарб?



Рис. Г. 4. Стародавня піраміда

Задача 20. Дмитро любить дивитися фільми, лежачи на дивані. Для цього він завжди трохи нахиляє кришку ноутбука. Дмитру стало цікаво, під яким кутом до корпусу ноутбука він нахиляє його кришку (рис. Г. 5). Допоможіть Дмитру обчислити кут нахилу кришки ноутбука, якщо ширина кришки 24 см, а відстань від нахиленої кришки до корпусу ноутбука – 22 см.



Рис. Г. 5. Ноутбук

Задача 21. У місті спорудили сонячний годинник (рис. Г. 6). Славко та Аліна, дивлячись на годинник, почали сперечатися, під яким кутом побудовано стрілу до циферблата. Допоможіть друзям з'ясувати під яким кутом побудовано стрілу до циферблата, якщо радіус циферблата 6 м, довжина стріли 3 м, а її висота 2 м.



Рис. Г . 6. Сонячний годинник

Задача 22. Володимир прибив підпору для вхідних дверей (рис. Г. 7) трохи ближче, ніж треба було. Обчисліть, на який кут тепер зможуть відкриватися двері, якщо ширина дверей $0,9$ м, а відстань від відкритих дверей до дверного отвору $0,45$ м.



Рис. Г . 7. Підпора для вхідних дверей

Задача 23. За допомогою розгортки (рис. Г. 8), ножиць та клею побудуйте дванадцятигранник – додекаедр (рис. Г. 9).

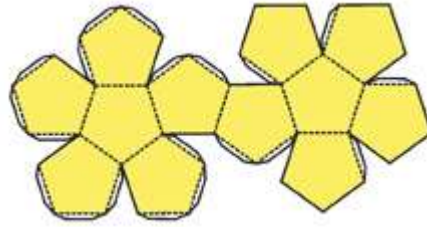


Рис. Г . 8. Розгортка додекаедра

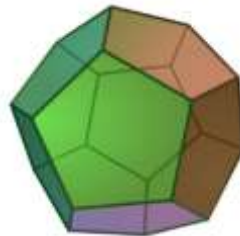


Рис. Г . 9. Додекаедр

Задача 24. Син із батьком вирішили побудувати теплицю у формі піраміди (рис. Г. 10) для вирощування ранніх овочів. Виділили ділянку землі розміром 8×15 м, який послужить основою для майбутньої теплиці. Планована висота теплиці – 5 м. Для бічних ребер теплиці сину з батьком потрібні 4 однакових дерев'яних бруски. Якої довжини їм треба купити ці бруски?



Рис. Г . 10. Теплиця-піраміда

Задача 25. Василь вирішив змайструвати злив води з даху (рис. Г. 11). Він взяв трубу завдовжки 4,5 м, діаметром 110 мм і розрізав її уздовж. Якою буде площа утвореного розрізу?



Рис. Г . 11. Труби-злив води з даху

Задача 26. Михайло знайшов у батька в гаражі чотири однакових старих дорожніх конуси. Він захотів їх реставрувати. Скільки літрів помаранчевої фарби йому знадобиться, щоб пофарбувати всі чотири дорожні конуси? (рис. Г. 12).



Рис. Г. 12. Дорожній конус та його розміри

Задача 27. Міні Bluetooth динамік (рис. Г. 13) для мобільного телефону має форму циліндра. Обчисліть площу міні Bluetooth динаміка, якщо діаметр його основи 80,7 мм, а висота 38,6 мм.



Рис. Г. 13. Міні Bluetooth динамік.

Додаток Е. Задачі для формування рефлексивного складника математичної компетентності

Задача 28. Чому можна одночасно висунути всі шухляди тумбочки (рис. Д. 1)? Відповідь обґрунтуйте.



Рис. Д. 1. Тумбочка.

Задача 29. Дівчинка попросила тата намалювати горщик для квітів (рис. Д. 2) такий, як у них на підвіконні. Яку геометричну фігуру батько має намалювати? Відповідь обґрунтуйте.



Рис. Д. 2. Горщик для квітів.

Задача 30. Чи можна стверджувати, що собака (просторова фігура) та її тінь (зображення фігури на площині) є об'єктами паралельного проектування (рис. Д. 3)? Відповідь обґрунтуйте.



Рис. Д. 3. Собака та її тінь.

Задача 31. Чи стоїть перпендикулярно до землі Пізанська вежа (рис. Д. 4)?
Відповідь обґрунтуйте.



Рис. Д. 4. Пізанська вежа.

Задача 32. Чому доріжки від дороги до будинку здебільшого проєктують прямо (рис. Д. 5)? Відповідь обґрунтуйте.

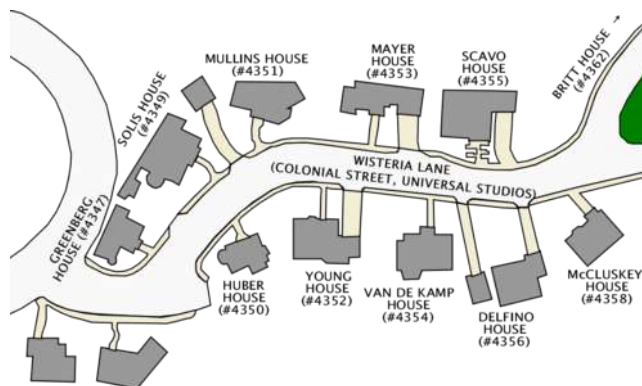


Рис. Д. 5. Карта вулиці.

Задача 33. Катюша та Марійка живуть майже поруч, через один будинок (Рис. Д. 6). Як їм ходити одна до одної, щоб це було якомога швидше?



Рис. Д. 6. Розташування будинків.

Задача 34. Як швидше перейти дорогу: прямо чи в обхід (Рис. Д. 7)?



Рис. Д. 7. Пішохідний перехід.

Задача 35. Марійка, щоб уберегти рослину (рис. Д. 8) від морозу, хоче накрити її ковпаком. Вона самостійно зробила ковпак у формі конуса. Ковпак має висоту 24 см і твірну 25 см. Чи підійде ковпак для того, щоб накрити рослину, якщо діаметр верхнього обода горщика для рослини дорівнює 15 см?



Рис. Д. 8. Рослина

Задача 36. Андрій вирізав із паперу прямокутник. Згорнув його і отримав циліндр (рис. Д. 9). Андрію стало цікаво, яка ж діагональ осьового перерізу в такого циліндра. Як Андрію знайти діагональ створеного ним циліндра? Відповідь обґрунтуйте.



Рис. Д. 9. Циліндр та його розгортка

Задача 37. Чи вміститься в трубу діаметром 36 мм (рис. Д. 10) куля (рис. Д. 11), якщо довжина її великого кола становить 40 мм?



Рис. Д. 10. Труба



Рис. Д. 11. Куля

Додаток Є. Анкета

АНКЕТА

(повна назва загальноосвітнього навчального закладу)

спеціальність _____

Просимо Вас дати відповіді на запитання, що допоможуть виявити проблеми навчання і внести необхідні зміни для поліпшення якості освіти

(відповідь позначте **x**)

1. Чи подобається Вам вивчати курс математики у Вашому навчальному закладі?

- Так Ні

2. Чи подобається Вам вивчати теми зі стереометрії на уроках математики?

- Так Ні

3. На Вашу думку, чи потрібно вивчати стереометрію взагалі?

- Так Ні

4. Чи використовуєте Ви знання зі стереометрії у повсякденному житті?

- Так Ні

5. Чи потрібно Вам вивчати теми зі стереометрії для подальшої кар'єри?

- Так Ні

6. Який Ваш улюблений загальноосвітній предмет?

- Фізкультура Художня література Біологія
 Математика Фізика Географія
 Українська мова Хімія Інформатика

7. Рівень Ваших навчальних досягнень:

Початковий	Середній	Достатній	Високий

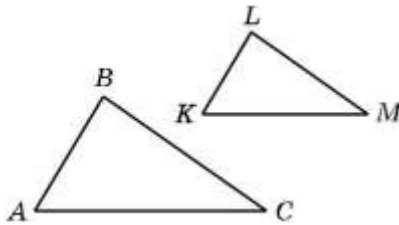
Додаток Ж. Завдання

У завданнях 1–6 виберіть один правильний, на Вашу думку, варіант відповіді та позначте його в бланку відповідей так: **x**.

1. Січна перетинає дві паралельні прямі. Укажіть значення, яких можуть набувати градусні міри внутрішніх різносторонніх кутів

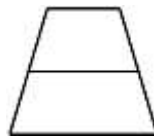
А 40° і 50° Б 70° і 70° В 50° і 130° Г 240° і 120°

2. Сторони трикутника KLM дорівнюють 2 см, 3 см і 4 см. Цей трикутник подібний до трикутника ABC , найменша сторона якого дорівнює 12 см. Знайдіть периметр трикутника ABC .



А 27 см Б 36 см В 54 см Г 18 см

3. Основи трапеції відносяться як 3 : 2. Знайдіть довжину більшої основи трапеції, якщо її середня лінія дорівнює 15 см.



А 18 см Б 12 см В 15 см Г 9 см

4. Вершини трикутника ABC , вписаного в коло, ділять його на дуги, довжини яких відносяться як 2:3:4. Знайдіть градусну міру найбільшого кута трикутника ABC .

А 120° Б 80° В 70° Г 60°

5. Укажіть точку A_1 , симетричну точці $A(-2; 3)$ відносно осі абсцис.

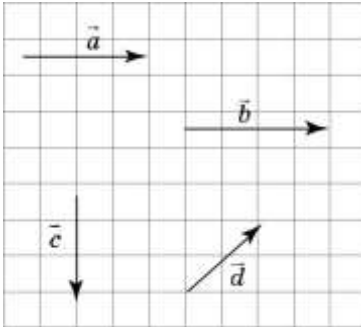
А $A_1(-2; 3)$ Б $A_1(2; -3)$ В $A_1(2; 3)$ Г $A_1(-2; -3)$

6. Дві сторони паралелограма дорівнюють 4 см і 8 см, а його гострий кут - 60° . Знайдіть довжину меншої діагоналі паралелограма.

А 48 см Б $4\sqrt{3}$ см В 112 см Г $4\sqrt{7}$ см

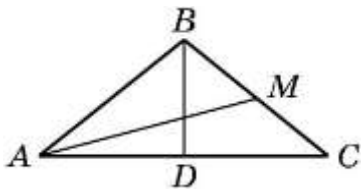
У завданнях 7–8 до кожного рядка, позначеного ЦИФРОЮ, доберіть один відповідник, позначений БУКВОЮ. У бланку відповідей правильні відповідності позначають так: ×.

7. На рисунку зображено вектори $\vec{a}, \vec{b}, \vec{c}, \vec{d}$. Установіть відповідність між парами векторів (1–3) і твердженнями (А–Г), що є правильними для цих пар.



- | | | | |
|---|-----------------------|---|--------------------------------------|
| 1 | \vec{a} і \vec{c} | А | Кут між векторами гострий |
| 2 | \vec{a} і \vec{b} | Б | Вектори перпендикулярні |
| 3 | \vec{c} і \vec{d} | В | Скалярний добуток векторів від'ємний |
| | | Г | Вектори співнаправлені |

8. У рівнобедреному трикутнику ABC основа AC дорівнює 8 см, а висота BD , проведена до основи, дорівнює 3 см. У трикутнику проведено медіану AM . Установіть відповідність між тригонометричними функціями кутів (1–3) та їхніми числовими значеннями (А–Г).



- | | | | |
|---|-----------------|---|---------------|
| 1 | $tg\angle ABD$ | А | $\frac{3}{5}$ |
| 2 | $sin\angle BAC$ | Б | 4 |
| 3 | $ctg\angle MAC$ | В | $\frac{4}{3}$ |
| | | Г | $\frac{3}{4}$ |

Додаток 3. Результати анкетування викладачів

Анкета розташована за лінком: <https://forms.gle/hgfoARFpa93qhvX28>

Проведене анкетування серед викладачів математики ЗП(ПТ)О продемонструвало наступні результати.

58,8% викладачів відповіли, що їх учні перших курсів прагнуть вивчати стереометрію.

47,1% викладачів відповіли, що їх учні других курсів прагнуть вивчати стереометрію.

64,7% викладачів відповіли, що їх учні третіх курсів прагнуть вивчати стереометрію.

91,2% викладачів відповіли, що в них є учні, які не розуміють важливість вивчення математики.

79,4 % викладачів відповіли, що в них є учні, які не розуміють і не бачать зв'язок стереометрії з обраною спеціальністю.

79,4% викладачів відповіли «Так» на питання «Чи брали Ваші учні участь у ЗНО-2018?». Однак 50% викладачів підтвердили участь учнів у ЗНО 2018 саме з математики.

На питання «Вкажіть скільки Ваших учнів проходило ЗНО 2018 з математики» 38,2% викладачів вказали, що від 1 до 5 осіб; 11,8% викладачів вказали, що від 6 до 10 осіб; 5,9% викладачів вказали, що від 11 до 15 осіб; 8,8% викладачів вказали, що від 15 до 20 осіб; 2,9% викладачів вказали, що більше 25 осіб; 32,4% викладачів вказали, що їх учні не проходили ЗНО 2018 з математики.

На питання: «Які результати (середній бал за 200-бальною шкалою) отримали ваші учні на ЗНО-2018 з математики?» 50% вчителів вказали проміжок від 100 до 120 балів, 41,2% вчителів вказали проміжок від 120 до 140 балів, 5,9% вчителів вказали проміжок від 140 до 160 балів, 2,9% вчителів вказали проміжок від 160 до 170 балів.

55,9% викладачів вказали, що в них були учні, які не подолали пороговий бал на ЗНО 2018 з математики.

67,6% викладачів вказали, що у учнів «швидше негативне» ставлення до обов'язкового ЗНО з математики, тоді як 29,4% викладачів вказали, що у учнів «нейтральне» ставлення нього. 2,9% викладачів вказали, що їх учні позитивно ставляться до обов'язкового ЗНО з математики.

85,3% викладачів вказали, що їх учні планують проходити ЗНО з математики у 2019 році.

82,4% викладачів вказали, що їх учні виберуть «Історію України» якщо перед учнями стоятиме вибір: проходити ЗНО з історії України або з математики.

На питання «Чи використовуєте Ви компетентісно орієнтовані завдання при вивченні стереометрії? Якщо Ваша відповідь "Так", то вкажіть, яку частину всіх завдань становлять компетентісно орієнтовані завдання» відповіді розподілилися наступним чином: 11,8 % викладачів вказали, що компетентісно-орієнтовані завдання складають 0-10% від всіх завдань; 38,2% викладачів вказали, що компетентісно-орієнтовані завдання складають 10-20% від всіх завдань; 32,4% викладачів вказали, що компетентісно-орієнтовані завдання складають 20-30% від всіх завдань; 17,6% викладачів вказали, що компетентісно-орієнтовані завдання складають 31% і більше від всіх завдань. Жоден викладач не поставив «Не використовую».

На питання «Чи використовуєте Ви професійно орієнтовані завдання при вивченні стереометрії? Якщо Ваша відповідь "Так", то вкажіть, яку частину всіх завдань становлять професійно орієнтовані завдання». Жоден викладач не відповів «не використовую». Відповіді розподілилися наступним чином: 8,8% викладачів вказали, що професійно-орієнтовані завдання складають 0-10% від всіх завдань; 29,4% викладачів вказали, що професійно-орієнтовані завдання складають 10-20% від всіх завдань; 44,1% викладачів вказали, що професійно-орієнтовані завдання складають 20-30% від всіх завдань; 17,6% викладачів

вказали, що професійно-орієнтовані завдання складають 31% і більше від всіх завдань.

На питання «Чи можуть Ваші учні старших курсів виконувати побудови геометричних фігур без Вашої допомоги? Якщо Ви відповіли "так", то вкажіть кількість таких учнів в одній групі» викладачі відповіли наступним чином: 35,3% вказали, що таких учнів в одній групі 1-5 осіб; 44,1% вказали, що таких учнів 6-10 осіб в одній групі; 8,8% вказали, що таких учнів 11-15 в одній групі; 8,8% вказали, що 16-20 учнів в одній групі; 2,9% вказали, що таких учнів більше 25 в одній групі.

На питання «Чи можуть Ваші учні старших курсів самостійно виготовляти моделі геометричних фігур? Якщо Ви відповіли "так", то вкажіть кількість таких учнів в одній групі» викладачі відповіли наступним чином: 17,6% вказали, що ні, учні не можуть; 29,4% вказали, що можуть 1-5 учнів у групі; 38,2% вказали, що можуть 6-10 учнів в одній групі; 8,8% вказали, що 11-15 учнів в одній групі; 2,9% вказали, що можуть 16-20 учнів в одній групі; 2,9% вказали, що більше 26 учнів в одній групі.

На питання «Чи можуть Ваші учні старших курсів самостійно вимірювати геометричні фігури? Якщо Ви відповіли "так", то вкажіть кількість таких учнів в одній групі» 2,9% вказали, що ні, не можуть; 26,5% вказали, що можуть 1-5 учнів в одній групі; 32,4% вказали, що можуть 6-10 учнів в одній групі; 14,7% вказали, що можуть 11-15 учнів в одній групі; 14,7% вказали, що можуть 16-20 учнів в одній групі; 8,8% вказали, що можуть 26 і більше учнів в одній групі.

На питання «Чи можуть Ваші учні старших курсів самостійно обґрунтовувати геометричні твердження? Якщо Ви відповіли "так", то вкажіть кількість таких учнів в одній групі» 8,8% вказали, що ні, не можуть; 52,9% вказали, що 1-5 учнів в одній групі; 26,5% вказали, що 6-10 учнів в одній групі; 8,8% вказали, що 11-15 учнів в одній групі; 2,9% вказали, що більше 26 учнів в одній групі.

Додаток II. Вихідна контрольна робота

Варіант 1

Початковий і середній рівні

1. Площа перерізу, проведеного через кулю радіусом 5 см на відстані 3 см від її центра, дорівнюватиме:

- А. 9π см² Б. 2π см² В. 16 см² Г. 16π см²

2. Плоский кут при вершині правильної чотирикутної піраміди становить 30° . Знайдіть площу бічної поверхні піраміди, якщо її бічне ребро дорівнює 2 см.

- А. 1 см² Б. 4 см² В. $4\sqrt{3}$ см² Г. 8 см²

3. Якщо в кулю радіусом 8 см вписано правильну піраміду, то відстань від центра кулі до вершини піраміди дорівнює

- А. 16 см Б. 8 см В. 4 см Г. 12 см

4. Знайдіть об'єм кулі діаметром 6 см.

- А. 9π см³ Б. 288π см³ В. 108π см³ Г. 36π см³

5. Висота конуса дорівнює 6 см, а твірна – 10 см. Знайдіть площу бічної поверхні конуса.

- А. 80π см² Б. 40π см² В. 20π см² Г. 10π см²

Достатній рівень

6. Знайдіть об'єм правильної чотирикутної піраміди, сторона основи якої дорівнює 18 см, а діагональний переріз є прямокутним трикутником.

7. Сторони основи прямокутного паралелепіпеда дорівнюють 5 см і 6 см, а діагональ – $\sqrt{65}$ см. Знайдіть площу повної поверхні паралелепіпеда.

Високий рівень

8. Осевим перерізом циліндра є квадрат, площа якого дорівнює 36 см². Знайдіть об'єм циліндра.

Варіант 2

Початковий і середній рівні

1. Довжина лінії перерізу, проведеного через сферу радіусом 10 см на відстані 8 см від її центра, дорівнюватиме:

- A. 12л см Б. 12 см В. 16л см Г. 10л см

2. Знайдіть площу повної поверхні куба з ребром, яке дорівнює 3 см.

- A. 9 см² Б. 36 см² В. 54 см² Г. 18 см²

3. Якщо в кулю вписано правильну піраміду й відстань від центра кулі до вершини піраміди дорівнює 10 см, то радіус кулі дорівнює:

- A. 20 см Б. 5 см В. 10 см Г. 15 см

4. Знайдіть об'єм прямокутного паралелепіпеда з вимірами 2 см, 6 см, 5 см.

- A. 13 см³ Б. 60 см³ В. 30 см³ Г. 180 см³

5. Площа великого круга кулі дорівнює 3л см². Знайдіть площу поверхні кулі.

- A. 3л см² Б. 6л см² В. 12л см² Г. 9л см²

Достатній рівень

6. Основою піраміди є рівнобедрений трикутник, у якого основа і висота дорівнюють по 8 см. Всі бічні ребра нахилені до основи під кутом 45°. Знайдіть бічне ребро.

7. Ребра прямокутного паралелепіпеда дорівнюють 2 см, 3 см і 6 см. Знайдіть радіус описаної навколо нього кулі.

Високий рівень

8. В основі піраміди SABС лежить прямокутний трикутник АВС, $\angle C=90^\circ$, АВ=20 см, АС = 16 см. Бічне ребро SA перпендикулярне до основи піраміди і дорівнює 18 см. Знайдіть площу бічної поверхні піраміди.

Додаток І. Вхідна контрольна робота

Варіант І

У завданнях 1 - 5 виберіть правильну відповідь.

1. Знайдіть суму кутів опуклого п'ятикутника.

А	Б	В	Г
450°	360°	540°	720°

А	Б	В	Г

2. Якою є сума зовнішніх кутів опуклого семикутника, взятих по одному при кожній вершині?

А	Б	В	Г
360°	540°	630°	Неможливо визначити

А	Б	В	Г

3. Сторони прямокутника дорівнюють 9 і 8. Знайдіть площу.

А	Б	В	Г
81	17	72	34

А	Б	В	Г

4. Площа ромба $ABCD$ дорівнює 44 см^2 . Знайдіть площу трикутника AOB .

А	Б	В	Г
20 см^2	11 см^2	22 см^2	10 см^2

А	Б	В	Г

5.

знайдіть площу паралелограма $ABCD$, якщо $CD = 5 \text{ см}$, $BD = 10 \text{ см}$.

А	Б	В	Г
25 см^2	15 см^2	100 см^2	50 см^2

А	Б	В	Г

6. Знайдіть площі многокутників (1-4), якщо $ABCD$ – паралелограм, $BN=NC$, $BM \perp AD$, $AB = 5$, $CB = 12$, $BM = 3$.

1. Площа паралелограма $ABCD$.

2. Площа трикутника CND .

3. Площа трапеції $ABND$.

4. Площа трикутника ABM , якщо $AM = 4$.

7. Основа трикутника дорівнює 12 см, а висота – 8 см. Знайдіть площу трикутника, утвореного середніми лініями даного трикутника.

8. Бісектриси кутів B і C прямокутника $ABCD$ перетинаються в точці K , що лежить на стороні AD . Знайдіть площу трикутника BKC , якщо сторона $CD = 6$ см.

Варіант II

У завданнях 1 - 5 виберіть правильну відповідь.

1. Знайдіть суму кутів опуклого семикутника.

А	Б	В	Г
800°	720°	1260°	900°

А	Б	В	Г

2. Якою є сума зовнішніх кутів опуклого п'ятикутника, взятих по одному при кожній вершині?

А	Б	В	Г
360°	540°	450°	Неможливо визначити

А	Б	В	Г

3. Сторони прямокутника дорівнюють 7 і 8. Знайдіть площу.

А	Б	В	Г
15	28	56	30

А	Б	В	Г

4. Площа трикутника AOD дорівнює 13 см^2 ..

А	Б	В	Г
42 см^2	52 см^2	26 см^2	39 см^2

А	Б	В	Г

Знайдіть

площу ромба $ABCD$

5. Знайдіть площу паралелограма $NPKM$, якщо $NM = 15$ см, $MP = 10$ см.

А	Б	В	Г
75 см ²	150 см ²	50 см ²	300 см ²


А	Б	В	Г

6. Знайдіть площі многокутників (1-4), якщо $ABCD$ – паралелограм,

$$AN=DN=6, AB = 5, KD = 4.$$

1. Площа паралелограма $ABCD$
2. Площа трикутника ABN
3. Площа трапеції BND
4. Площа трикутника KCD , якщо $KB = 9$
7. Основа трикутника дорівнює 18 см, а висота – 20 см. Знайдіть площу трикутника, утвореного середніми лініями даного трикутника.
8. Бісектриси кутів A і D прямокутника $ABCD$ перетинаються в точці N , що лежить на стороні BC . Знайдіть площу трикутника AND , якщо сторона $AB = 4$ см.

Додаток К. Довідки про впровадження результатів дослідження



ДЕПАРТАМЕНТ ОСВІТИ І НАУКИ

**ДЕРЖАВНИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«БЕРДЯНСЬКИЙ ЦЕНТР ПРОФЕСІЙНО-ТЕХНІЧНОЇ ОСВІТИ»**

вул. Європейська (Жірова), 80 м. Бердянськ, 71116 Тел./факс (06153) 2-02-61, 2-03-38
e-mail: berpo25@gmail.com Код ЄДРПОУ 02544017

04.09.2020 № 459 на № _____ від _____


ДОВІДКА


про впровадження результатів наукового дослідження Тінькової Дар'ї Сергіївни з теми «Методика навчання стереометрії учнів професійно-технічних навчальних закладів машинобудівельного профілю» за спеціальністю 014 – середня освіта (математика) в ДНЗ «Бердянський центр професійно-технічної освіти»

Видана Тіньковій Дар'ї Сергіївни в тому, що впродовж 2017-2020 рр. результати її дослідження було впроваджено в практику навчального процесу ДНЗ «Бердянський центр професійно-технічної освіти».

Для організації навчального процесу викладачам закладу було запропоновано використовувати розроблений посібник «Збірник компетентнісно орієнтованих завдань зі стереометрії». Використання даного матеріалу дозволяє посилити компетентнісно орієнтоване навчання стереометрії, підвищувати мотивацію учнів до навчання, впроваджувати технології мейкерства. Це сприяє формуванню математичної компетентності учнів. Надані розробки отримали схвальні відгуки колег.

Отримані у ході запровадження методичних вказівок і практичних рекомендацій результати дають підстави вважати, що запропонована компетентнісно орієнтована методика навчання стереометрії учнів ЗП(ПТ)О ефективна і її можна рекомендувати до застосування на практиці навчання стереометрії учнів закладів професійно-технічної освіти.

Директор центру  Василь ГИЦУК



Галина Сагірова 20278



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
 ДЕРЖАВНИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
 «ЧЕРКАСЬКИЙ ПРОФЕСІЙНИЙ ЛІЦЕЙ»
 вул. Олексія Панченка, 13, м. Черкаси, 18034, тел./факс (0472)45-92-43,
 email: proflickua@ukr.net, код ЄДРПОУ 05538052

09.09.2020 № 02-5/609

ДОВІДКА

Про впровадження результатів наукового дослідження Тинькової Дар'ї Сергіївни з теми «Методика навчання стереометрії учнів професійно-технічних навчальних закладів машинобудівельного профілю» за спеціальністю 014 – середня освіта (математика) в ДНЗ «Черкаський професійний ліцей»

Модель компетентісно орієнтованої методики навчання стереометрії Тинькової Д. С. активно впроваджувалась у початковий процес у державному навчальному закладі «Черкаський професійний ліцей» в період з 2017 по 2020 роки.

Для апробації були запропоновані збірники компетентісно орієнтованих завдань, освітній веб-ресурс «Цікава стереометрія» та технології мейкерства. Дані матеріали відповідають програмі з математики рівня стандарт за якою навчаються учні нашого закладу. Використання запропонованих матеріалів дозволяє посилити практичну спрямованість навчання стереометрії, реалізувати проєктний підхід до навчання, застосовувати інтерактивні технології навчання. Це сприяє розвитку математичної компетентності учнів.

Запропонована модель компетентісно орієнтованої методики навчання стереометрії отримала схвальні відгуки наших викладачів, що дозволяє ефективно впроваджувати та рекомендувати її до застосування в інших закладах професійної (професійно-технічної) освіти.

/Директор ліцею



Д.В.Мединський



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
 УПРАВЛІННЯ ОСВІТИ І НАУКИ
 ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ ДЕРЖАВНОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ
 ДЕРЖАВНИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
 «КОРСУНЬ-ШЕВЧЕНКІВСЬКИЙ ПРОФЕСІЙНИЙ ЛІЦЕЙ»
 вул. Перемоги, 226, м. Корсунь-Шевченківський, Черкаська область, 19400, тел. (04735) 3-09-73
 E-mail: agroliceum@ukr.net Код ЄДРПОУ 02548682

ДР.ОС.1010 № 153

ДОВІДКА

про впровадження результатів наукового дослідження Тинькової Дар'ї Сергіївни з теми
 «Методика навчання стереометрії учнів професійно-технічних навчальних закладів
 машинобудівельного профілю» за спеціальністю 014 – середня освіта (математика) в ДНЗ
 «Корсунь-Шевченківський професійний ліцей»

Модель компетентісно орієнтованої методики навчання стереометрії Тинькової Д. С.
 активно впроваджувалась у освітній процес у державному навчальному закладі «Корсунь-
 Шевченківський професійний ліцей» в період з 2018 по 2020 роки.

Для апробації були запропоновані збірники компетентісно орієнтованих завдань
 викладачам для учнів нашого закладу. Використання запропонованих матеріалів дозволяє
 посилити практичну спрямованість навчання стереометрії. Це сприяє розвитку математичної
 компетентності учнів.

Запропонована модель компетентісно орієнтованої методики навчання стереометрії
 отримала схвальні відгуки наших викладачів, що дозволяє ефективно впроваджувати та
 рекомендувати її до впровадження в інших закладах професійної (професійно-технічної)
 освіти.

Директор





МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
 ДЕРЖАВНИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
 «БЕРДЯНСЬКИЙ МАШИНОБУДІВНИЙ ПРОФЕСІЙНИЙ ЛІЦЕЙ»
 (ДНЗ «Бердянський МПЛ»)

вул. Володимира Довганюка, 76, м. Бердянськ, Запорізька обл., 71100,
 тел/факс (06153) 2-30-58
 e-mail: bmpl-19@ukr.net, код ЄДРПОУ 05536515

04.09.2016 № 198

На № _____ від _____

ДОВІДКА

про впровадження результатів наукового дослідження Тінькової Дар'ї Сергіївни з теми «Методика навчання стереометрії учнів професійно-технічних навчальних закладів машинобудівельного профілю» за спеціальністю 014 – середня освіта (математика) в ДНЗ «Бердянський машинобудівний професійний ліцей»

Впродовж 2017-2020 років у державному навчальному закладі «Бердянський машинобудівний професійний ліцей» проходила апробацію модель компетентісно орієнтованої методики навчання стереометрії учнів закладів професійної (професійно-технічної) освіти машинобудівного профілю, розроблена Тіньковою Дар'єю Сергіївною.

Для організації навчального процесу викладачам ліцею були запропоновані збірники компетентісно орієнтованих завдань, освітній веб-ресурс «Цікава стереометрія» та проєкти «Покажи і розкажи», «Комікси». Дані матеріали відповідають програмі з математики рівня стандарт і розроблені з урахуванням особливостей викладання стереометрії у закладах професійної (професійно-технічної) освіти машинобудівного профілю. Використання запропонованих матеріалів дозволяє посилити практичну спрямованість навчання стереометрії, реалізувати проєктний підхід до навчання, застосовувати інтерактивні технології навчання. Це сприяє розвитку математичної компетентності учнів.

Результати експерименту довели, що запропонована модель компетентісно орієнтованої методики навчання стереометрії учнів закладів професійної (професійно-технічної) освіти машинобудівного профілю ефективна і її можна рекомендувати до застосування в інших навчальних закладах

Директор ліцею



Сергій ДУДУКАЛОВ