

Стрюк Андрій

*старший викладач кафедри моделювання
та програмного забезпечення
Криворізького технічного університету*

СИСТЕМНЕ ПРОГРАМУВАННЯ У ПІДГОТОВЦІ ФАХІВЦІВ З ПРОГРАМНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

У статті розглянуто основні підходи до підготовки бакалаврів програмної інженерії. Виділено роль системного програмування у підготовці фахівців. Показано перспективи переходу до комбінованого навчання системного програмування бакалаврів програмної інженерії.

Ключові слова: *системне програмування, програмна інженерія, підготовка фахівців.*

В статье рассмотрены основные подходы к подготовке бакалавров программной инженерии. Выделена роль системного программирования в подготовке специалистов. Показаны перспективы перехода к комбинированному обучению системного программирования бакалавров программной инженерии.

Ключевые слова: *системное программирование, программная инженерия, подготовка специалистов.*

The article reviews the main approaches to the education of bachelors of Software Engineering. The role of system programming in education is highlighted. The prospects of blended learning of system programming of bachelors of Software Engineering are shown.

Key words: *system programming, software engineering, specialists' training.*

Підготовка бакалаврів з програмної інженерії у ВНЗ України виконується у межах галузі знань «Інформатика та обчислювальна техніка», відповідно до опису якої, поданого у [2], в бакалавраті з програмної інженерії (software engineering, інженерія програмного забезпечення) готують фахівців зі створення, супроводження і використання будь-якого програмного забезпечення.

Згідно опису галузі знань, узагальненим об'єктом діяльності бакалавра програмної інженерії є програмне забезпечення автоматизованих систем.

Мета інженерії програмного забезпечення – проектувати, створювати та супроводжувати велике програмне забезпечення у заданий термін, не витративши зайвих грошей, досягаючи потрібної якості. Для цього студенти навчаються методам аналізу та проектування, оцінки вартості, тестування, верифікування, супроводження програмного забезпечення. Студенти вивчають розробку програм в контексті різних мов програмування виходячи з інженерних засад, засвоюючи методи та засоби аналізу, проектування, конструювання програм, без знання яких неможливе грамотне створення програмного забезпечення.

Профільюючі дисципліни цього напрямку є такими: основи програмування; об'єктно-орієнтоване програмування; алгоритми і структури даних; групова динаміка і комунікації; вступ до інженерії програмного забезпечення; архітектура та проектування програмного забезпечення; операційні системи; організація комп'ютерних мереж; архітектура комп'ютерів; якість програмного забезпечення та тестування; аналіз вимог до програмного забезпечення; менеджмент проектів програмного забезпечення.

Фахівець з даного напрямку повинен знати комп'ютерне обладнання, системну інфраструктуру, методи, засоби та технології розробки великого програмного забезпечення; уміти проектувати, розробляти та супроводжувати програмне забезпечення.

Професійна кваліфікація випускника бакалаврату – фахівець з розробки та тестування програмного забезпечення.

Станом на 01.07.2011 р. підготовка бакалаврів програмної інженерії ведеться у 43 ВНЗ України. Ліцензований обсяг прийому на бакалаврат програмної інженерії (більше 5 тис. студентів щорічно) є непрямим свідченням суспільного замовлення на підготовку фахівців з інженерії програмного забезпечення – багатомільярдної з точки зору інвестицій галузі економіки будь-якої розвинутої держави. У галузі реалізуються великі та малі проекти, що потребують кваліфікованого менеджменту. Тому студенти навчаються вирішувати у колективі завдання обґрунтування, планування, забезпечення економічної ефективності, якісної та своєчасної реалізації проектів програмного забезпечення. В умовах глобалізації, широко розповсюджена розробка програмного забезпечення із застосуванням Internet, тому студенти засвоюють відповідні технології.

Галузевий стандарт вищої освіти (ГСВО) з напрямку підготовки 050103

«Програмна інженерія» у списку рекомендованих джерел наводить посилання на SWEBOOK (Software Engineering Body of Knowledge) [1] – документ, що готується Software Engineering Coordinating Committee. Загальні вимоги до властивостей і якостей випускників вищого навчального закладу як соціальних особистостей SWEBOOK визначає через необхідний набір знань та рекомендовані навички, в той час як ГСВО – у вигляді переліків компетенцій щодо вирішення певних проблем і задач соціальної діяльності, інструментальних, загально-наукових і професійних компетенцій та системи умінь, що забезпечують наявність цих компетенцій.

До основних компетенцій, що визначаються освітньо-кваліфікаційною характеристикою бакалавра програмної інженерії, відносяться наступні: соціально-особистісні (КСО.01–12), загальнонаукові (КЗН.01–04), інструментальні (КІ.01–04), загально-професійні (КЗП.01–23) та спеціалізовано-професійні (КСП.01–08).

Виробничі функції, типові задачі діяльності та уміння, якими повинні володіти бакалаври програмної інженерії: *проектувальна* (збирання та аналіз потреб і вимог користувачів, визначення функціональних вимог системи, що проектується; управління вимогами; проектування ПЗ; конструювання ПЗ); *організаційна* (участь у процесах професійного спілкування); *управлінська* (участь у процесах управління програмною інженерією) та *технологічна* (верифікація та атестація ПЗ; розробка документації; застосування стандартного апаратного та програмного забезпечення; підтримка інформаційної безпеки).

Методичним аспектам навчання майбутніх інженерів-програмістів приділяє увагу в своїй роботі Л. В. Гришко [4]. Науковець розглядає курс «Основи програмування» як фундамент для навчання комп'ютерних дисциплін з циклу професійної і практичної підготовки фахівців з програмної інженерії і підкреслює, що «досягнення якісно нового рівня в підготовці фахівців із вищою освітою неможливе без забезпечення розвитку вищої школи на основі нових прогресивних концепцій, науково-методичних досягнень, запровадження сучасних педагогічних та інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ)» [4, с. 3].

З. С. Сейдаметова, розглядаючи методичну систему рівневої підготовки інженерів-програмістів [8], відзначає необхідність фундаменталізації навчання дисциплін блоку професійно-орієнтованої та практичної підготовки з одночасним «професійним тюнінгом» (налаштування на професію). Значне місце, на думку дослідника, має посідати «енкаридж» (дружнє професійне програмно-методичне оточення).

У дисертаційному дослідженні Д. А. Мустафіної [5] розглянуто методику формування конкурентоспроможності майбутніх інженерів-програмістів у технічному ВНЗ як специфічної компетенції, що забезпечує

ефективність професійної діяльності і поведінку у конкурентному середовищі.

М. М. Гладішева в рамках дисертаційного дослідження «Формування дослідницьких вмінь майбутніх інженерів-програмістів у процесі їх професійної підготовки» [3] розробила комплекс методик ефективного формування дослідницьких вмінь майбутніх інженерів-програмістів на різних етапах навчання в процесі вивчення дисциплін професійної підготовки, спецкурсів і проходження виробничої практики.

Н. К. Нурієв, досліджуючи проектування дидактичної системи інноваційної підготовки спеціалістів в галузі програмної інженерії [6], обґрунтовує методологічні підходи до проектування структури і змісту: техніко-технологічний, об'єктно-орієнтований, онтологічний та акмеологічний. Дослідник встановив склад і механізми взаємовідношень комплексу здібностей, що створюють ключову складову стійкої компетентності спеціаліста в галузі програмної інженерії, з опорою на категорії складності і важкості розв'язання проблем. Він підкреслює, що «темпи росту складності структури організації та змісту проблем в галузі програмної інженерії, з якими доводиться взаємодіяти спеціалісту в своїй професійній діяльності, значно випереджають його можливості вирішення проблем даної складності в темпі, якого вимагає виробництво в цій сфері діяльності. Наслідком стає втрата спеціалістом компетентності як своєї головної властивості. Загальне протиріччя в галузі програмної інженерії виражається в дефіциті спеціалістів, стійко компетентних в цій галузі при одночасній інформаційній глобалізації суспільства» [6, с. 6]. При цьому «навчання діяльності в галузі програмної інженерії повинно бути інноваційним, тому що неможливо при традиційному навчанні забезпечити за період підготовки спеціаліста в ВНЗ максимальне розвинення спеціальних здібностей з розв'язання задач у цій галузі діяльності» [6, с. 4–5].

Огляд досліджень з проблем підготовки фахівців з програмної інженерії дає можливість зробити висновок про те, що:

1) головною проблемою у підготовці майбутніх інженерів-програмістів є адаптація змісту та засобів навчання до зміни технологій програмної інженерії, розв'язання якої можливе у напрямі фундаменталізації професійної підготовки;

2) фундаменталізація навчання програмної інженерії має супроводжуватися, з одного боку, стабілізацією технологічної складової, а з іншого – активною самостійною навчально-пізнавальною діяльністю з опанування нових технологій та засобів програмної інженерії;

3) технології комбінованого навчання є ефективним засобом формування навичок самостійної навчально-пізнавальної діяльності майбутніх інженерів-програмістів.

Метою статті є розгляд системного програмування як проектувально-технологічної виробничої функції бакалавра програмної інженерії.

Системне програмування як вид програмування, орієнтованого на системне програмне забезпечення, вимагає визначення базового поняття, зображеного на рис. 1 – поняття операційної системи.

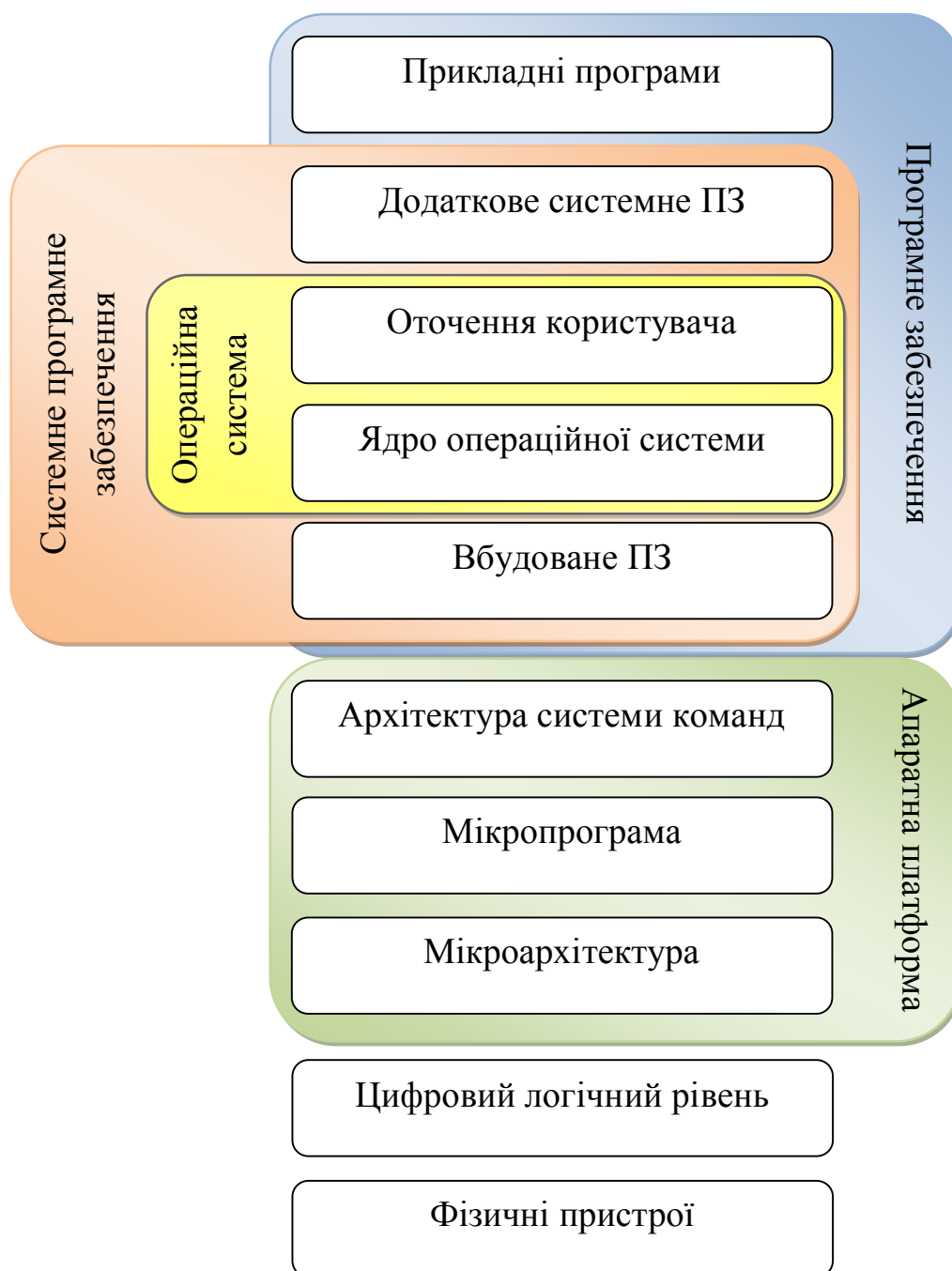


Рис. 1. Багаторівнева архітектура комп'ютерної системи

Англо-український тлумачний словник з обчислювальної техніки, Інтернету і програмування надає таке визначення термінів:

– операційна система (ОС) – системне ПЗ, що забезпечує середовище для виконання застосувань, надаючи їх за допомогою набору системних викликів (API) доступ до пристроїв комп'ютера [7, с. 372];

– системне програмування – «сукупність знань, інструментарію та методів розробки системного ПЗ» [7, с. 499];

– програмне забезпечення (ПЗ) – «загальне поняття, що описує програми для комп'ютерів, на відміну від його апаратних складових. При цьому не уточнюють, у якому вигляді подано програми (у початкових текстах або виконуваному коді). Програмне забезпечення поділяють на два великі класи – системне програмне забезпечення і прикладне. До системного відносять програмне забезпечення, потрібне для розробки та виконання програм, наприклад, операційні системи, компілятори, налагоджувачі. Зразки прикладного програмне забезпечення – програми бухгалтерського обліку, навчальні програми, комп'ютерні ігри, САПР та ін.» [7, с. 476];

– системне програмне забезпечення (СПЗ) – «системи керування мережами, операційні системи, СКБД, а також ПЗ й утиліти для розробки, налагодження та супроводу програм» [7, с. 499];

– системний програміст – «програміст, який розробляє або обслуговує системні та/або мережні програми, підтримує розробників застосувань» [7, с. 500].

У відповідності до обраного застосування (операційна система чи її оточення) розрізняють такі *види діяльності, що відносяться до системного програмування*:

– конструювання інструментального програмного забезпечення для розробки системного та прикладного програмного забезпечення (компіляторів, текстових процесорів, оболонок операційних систем);

– конструювання операційних систем та їх оточення;

– використання системних викликів та сервісів операційних систем та їх оточення для розробки нового системного програмного забезпечення.

Реалізація вище виділених видів діяльності, пов'язаної із системним програмуванням, можлива у межах наступних навчальних дисциплін:

– *циклу професійної підготовки*:

1. Архітектура комп'ютера.

2. Архітектура та проектування програмного забезпечення.

3. Безпека програм та даних.

4. Конструювання програмного забезпечення.

5. Людино-машинна взаємодія.

6. Менеджмент проектів програмного забезпечення.
7. Моделювання та аналіз програмного забезпечення.
8. Операційні системи.
9. Організація комп'ютерних мереж.
10. Якість програмного забезпечення та тестування.

– *варіативної частини* (за навчальним планом 2008 р., Криворізький технічний університет).

11. Системне програмування.
12. Системи та інструментальні засоби програмування.
13. Теорія інформації і кодування.

Узагальнення виробничих функцій, типових задач діяльності та умінь, якими повинні володіти бакалаври програмної інженерії з системного програмування, співставлені із змістовими модулями навчальних дисциплін, рекомендованих ГСВО, надає можливість зробити обґрунтований висновок про те, що системне програмування виступає проектувально-виробничою функцією бакалавра програмної інженерії.

У табл. 1 показано, які компетенції бакалавра програмної інженерії формуються у процесі навчання системного програмування. Таким чином, системне програмування виступає проектувально-технологічною виробничою функцією бакалавра програмної інженерії та передбачає формування провідних загально-професійних компетенцій фахівця з розробки та тестування програмного забезпечення, що зумовлює важливість відповідного блоку дисциплін. На рис. 2 показано внесок змістових модулів, спрямованих на формування умінь з системного програмування, у загальну систему змістових модулів.

Таблиця 1

Зв'язок умінь з системного програмування із формуванням компетенцій бакалавра програмної інженерії

Уміння бакалавра програмної інженерії з системного програмування	Компетенції бакалавра програмної інженерії
Моделювати різні аспекти системи, для якої створюється ПЗ	КЗП.04. Базові уявлення про основи моделювання програмного забезпечення, типи моделей, основні концепції уніфікованої мови моделювання UML
	КЗП.05. Здатність моделювати різні аспекти системи, для якої створюється програмне забезпечення
Проектувати компоненти архітектурного рішення	КЗП.06. Здатність розробляти алгоритми та структури даних для програмних продуктів
	КЗП.07. Сучасні уявлення про структуру та архітектуру програмного забезпечення, методи проектування програмного забезпечення
	КЗП.08. Здатність проектувати компоненти архітектури програмного продукту
Проектувати людино-машинний інтерфейс	КЗП.09. Базові уявлення про сучасні психологічні принципи людино-машинної взаємодії, засоби розробки людино-машинного інтерфейсу
	КЗП.10. Здатність аналізувати, проектувати та прототипувати людино-машинний інтерфейс
Володіти основами конструювання ПЗ	КЗП.11. Володіння основами конструювання програмного забезпечення
Володіти методами та технологіями організації та застосування даних	КЗП.13. Сучасні уявлення про інформаційні моделі та системи, реляційні та розподілені бази даних, мови запитів до баз даних
	КЗП.14. Здатність приймати участь у проектуванні та реалізації баз даних
Використовувати можливості апаратного забезпечення	КЗП.18. Здатність використовувати можливості апаратного забезпечення
Використовувати	КЗП.19. Здатність використовувати можливості

можливості операційних систем	операційних систем
Використовувати можливості офісних і мережевих програмних систем	КЗП.20. Здатність використовувати можливості офісних і мережевих програмних систем
Забезпечувати захищеність програм і даних від несанкціонованих дій	КЗП.21. Здатність забезпечувати захищеність програм і даних від несанкціонованих дій
Володіти основами управління проектами	КЗП.22. Типові процеси програмної інженерії, здатність їх впровадження і управління ними
Здійснювати модульне та комплексне тестування ПЗ	КЗП.23. Верифікація та валідація програмного забезпечення
Визначати та вимірювати атрибути якості	КСП.06. Базові уявлення про сучасні стандарти та процеси управління якістю програмного забезпечення



Рис. 2. Місце системного програмування в підготовці бакалаврів програмної інженерії

З рис. 2 видно, що змістові модулі з системного програмування складають більш ніж третину циклу професійно-орієнтованої та практичної підготовки. На рис. 3 показано внесок кожної навчальної дисциплін з навчального плану підготовки фахівців з розробки та тестування програмного забезпечення у Криворізькому технічному університеті за освітньо-кваліфікаційним рівнем бакалавра з напрямку 0501 «Програмна інженерія» (спеціальність 6.050103 «Програмне забезпечення автоматизованих систем», денна форма навчання) у загальну підготовку бакалаврів програмної інженерії з системного програмування. Більше половини (52 %) складають 6 навчальних дисциплін: «Основи програмування» (11 %), «Операційні системи» (9 %), «Моделювання програмного забезпечення» (8 %), «Архітектура та проектування програмного забезпечення» (8 %), «Архітектура комп'ютерів» (8 %), «Алгоритми та структури даних» (8 %).

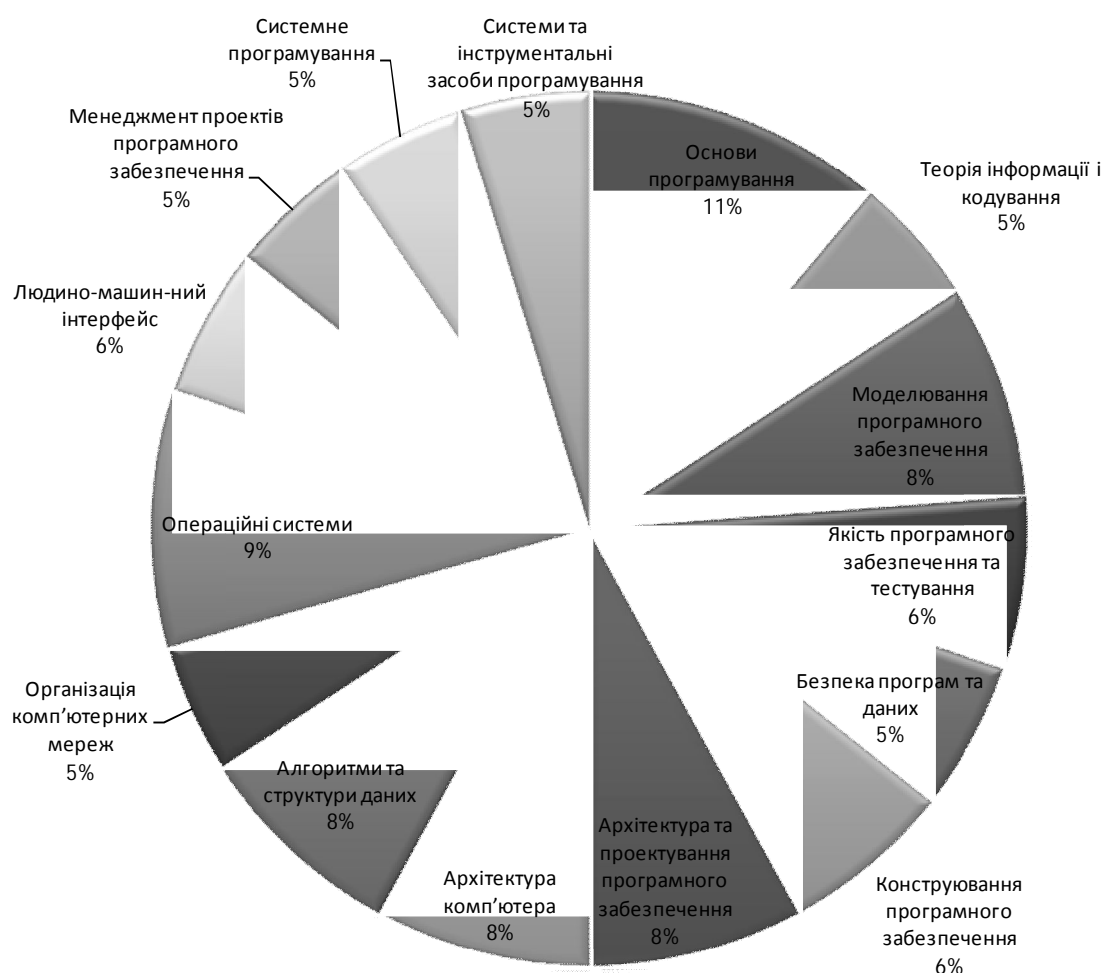


Рис. 3. Внесок кожної навчальної дисципліни в підготовку бакалаврів програмної інженерії з системного програмування у КТУ

У той же час співвідношення часток самостійної та аудиторної роботи у вказаних дисциплінах суттєво різняться: від 0,4 в курсі «Основи програмування» до 2,5 в курсі «Безпека програм та даних» (рис. 4). З рис. 5 та 6 видно, що частка самостійної роботи з системного програмування (58 %) у середньому на 5 % вище, ніж в цілому по циклу професійно-практичної підготовки. Якщо виключити дисципліни 1 курсу, то частка самостійної роботи з системного програмування сягає 62 %.

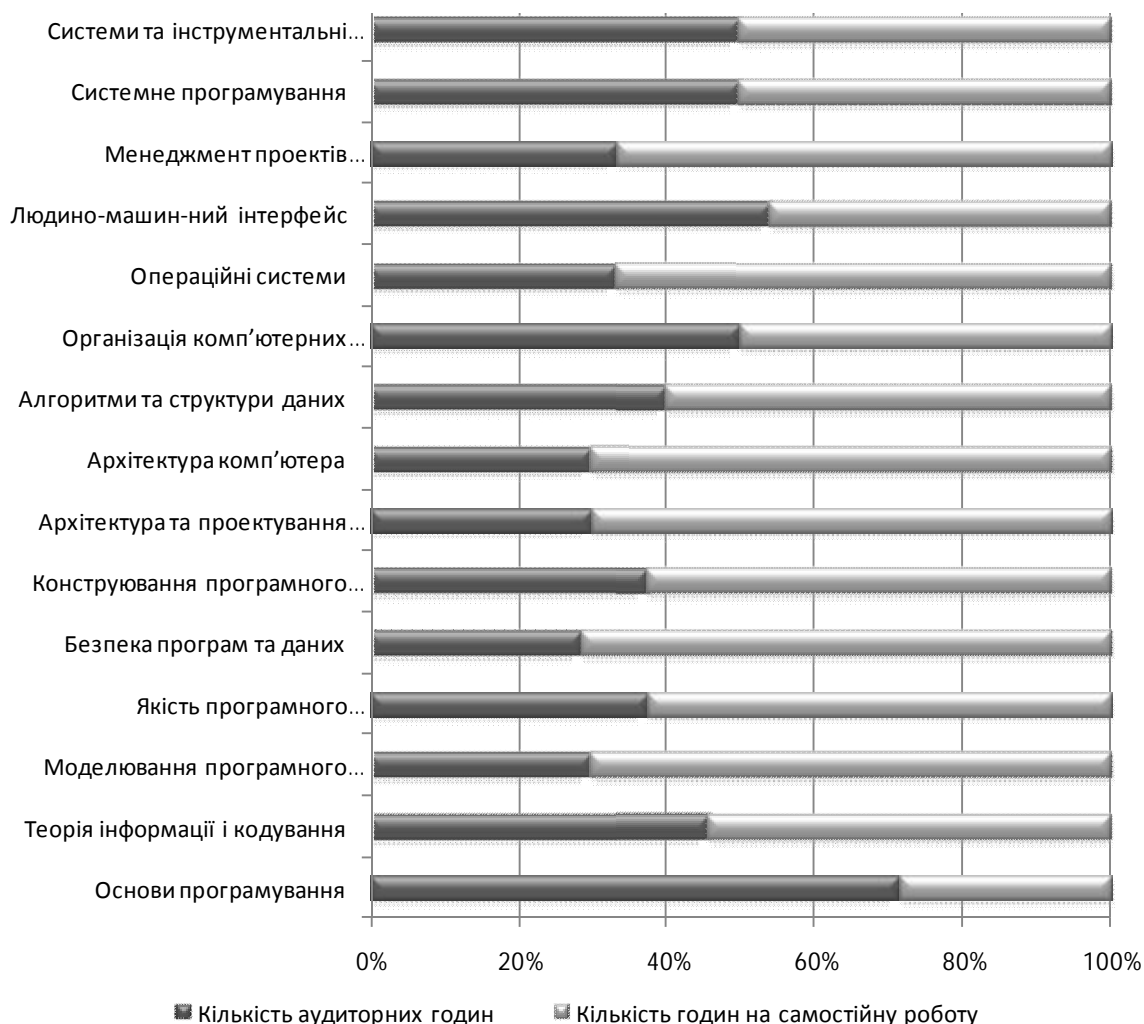


Рис. 4. Співвідношення аудиторних занять та самостійної роботи з системного програмування при вивченні дисциплін циклу професійно-практичної підготовки бакалаврів програмної інженерії

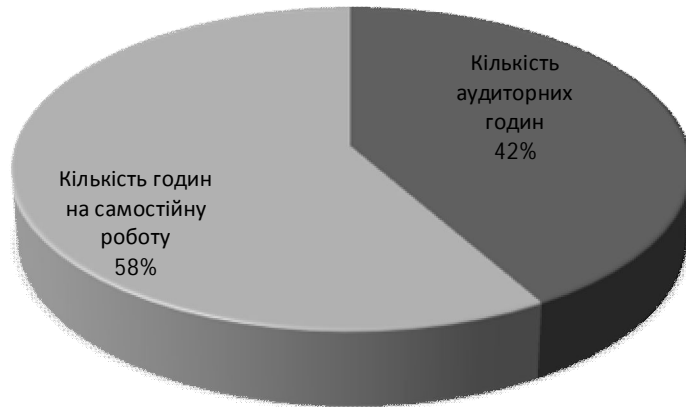


Рис. 5. Співвідношення загальної кількості годин, виділених на аудиторні заняття та на самостійну роботу при підготовці бакалаврів програмної інженерії з системного програмування

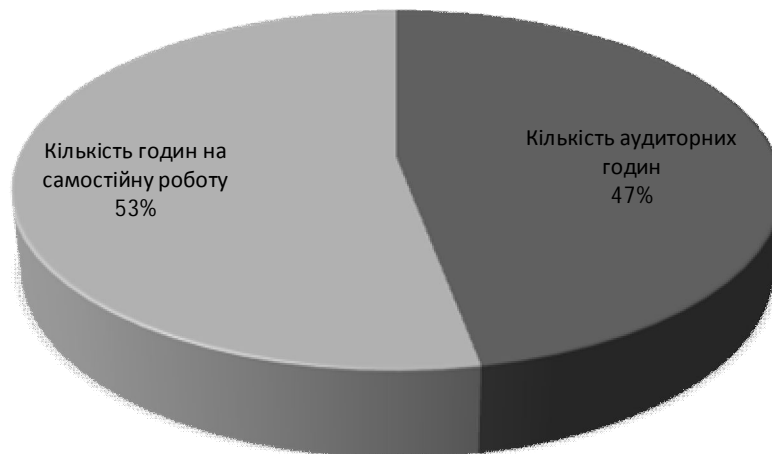


Рис. 6. Загальне співвідношення годин на аудиторні заняття та самостійну роботу при підготовці бакалаврів програмної інженерії

1. Враховуючи, що саме частка самостійної роботи впливає на вибір моделі навчання, підготовку бакалаврів програмної інженерії з системного програмування найбільш доцільно проводити за моделлю комбінованого навчання.

2. Реалізація моделі комбінованого навчання потребує визначення технологічної складової методичної системи системного програмування

навчання бакалаврів програмної інженерії, насамперед – засобів інформаційно-комунікаційних технологій комбінованого навчання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Guide to the Software Engineering Body of Knowledge / SWEBOOK. A project of the IEEE Computer Society Professional Practices Committee ; Eds. Alain Abran, James W. Moore. – IEEE, 2004. – 202 p.
2. Галузь знань «Інформатика та обчислювальна техніка» [Електронний ресурс] // Osvita.info. Інформатика в Україні. – Режим доступу : http://www.osvita.info/ua/standarts.php?page=standartslist&user_standarts_start=1&user_standarts_order_by=&user_standarts_order_by=&library=user_standarts&user_standarts_start=0
3. Гладышева М. М. Формирование исследовательских умений будущих инженеров-программистов в процессе их профессиональной подготовки : диссертация ... кандидата педагогических наук : 13.00.08 / Мария Михайловна Гладышева. – Магнитогорск, 2009. – 187 с. : 8 ил.
4. Гришко Л. В. Методична система навчання основ програмування майбутніх інженерів-програмістів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : спец. 13.00.02 «Теорія і методика навчання (інформатика)» / Л. В. Гришко. – К., 2009. – 20 с.
5. Мустафина Д. А. Формирование конкурентоспособности будущих инженеров-программистов в техническом вузе : дисс. ... канд. пед. наук : 13.00.08 / Джамия Алиевна Мустафина. – Волгоград, 2010. – 164 с.
6. Нуриев Н. К. Проектирование дидактической системы инновационной подготовки специалистов в области программной инженерии : дисс. ... доктора пед. наук : 13.00.08 / Наиль Кашапович Нуриев. – Казань, 2006. – 439 с.
7. Пройдаков Е. М. Англо-український тлумачний словник з обчислювальної техніки, Інтернету і програмування / Е. М. Пройдаков, Л. А. Теплицький. – 2-ге вид., доповнене і доопрацьоване. – К. : Софтпрес, 2006. – 824 с.
Сейдаметова З. С. Методична система рівневої підготовки майбутніх інженерів-програмістів за спеціальністю «Інформатика» : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра пед. наук : спец. 13.00.02 «Теорія та методика навчання (інформатика)» / З. С. Сейдаметова. – К., 2007. – 40 с.