

ОСОБЛИВОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ГРУПОВОЇ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ

Проведено аналіз передумов і головних цілей впровадження практики виконання студентами групових проектів з розроблення програмних систем. На підставі досвіду, набутого під час виконання спільного Європейського проекту ITSoftTeam за програмою ТЕМПУС, виконано порівняння індивідуальних і групових методів навчання, а також вказано підходи до впровадження методів групового оцінювання результатів роботи.

Останні десятиріччя розвитку індустрії інформаційних технологій переконливо довели справедливість припущення, яке висловлювалося ще на зорі промислової розробки програмного забезпечення. В епоху, коли вартість комп'ютерної техніки вимірювалася сотнями тисяч і навіть мільйонами, метафора черевиків і коробки для взуття, порівняно з програмним забезпеченням і комп'ютерами, здавалася більш ніж сміливою. Сьогодні відношення вартості програмного забезпечення до вартості апаратури становить не один порядок. Значні успіхи індустрії програмного забезпечення стали можливими перш за все завдяки її виходу з дослідницьких лабораторій і перетворенню на індустрію світового масштабу, в якій представники різних мовних і культурних традицій співпрацюють у глобальному колаборативному оточенні.

Це перетворення поставило нові завдання перед академічною і освітньою сферами, які забезпечують науково-технологічну підтримку процесів розробки програмного забезпечення. Володіти мовами програмування, хай навіть кількома, методами конструювання алгоритмів, та й навіть методами аналізу і проектування складних програмних систем сьогодні виявляється недостатньо для успішного входження до кола професійних розробників.

Крім загальних знань економічного характеру, що стосуються фінансів і менеджменту, а також знайомства з основними бізнес-процесами, які діють в індустрії розробки програмного забезпечення, необхідне практичне засвоєння цілого ряду організаційних прийомів, методик та засобів, прийнятих у колективах розробників, особливо зважаючи на значний за кількістю учасників, часто територіально розподілений і до того ж плінний неоднорідний за складом колектив.

Не дивно, що, відзначаючи задовільний або навіть високий рівень теоретичної підготовки випускника відповідних спеціальностей, експер-

ти одноставно концентрують увагу на його недостатній практичній готовності до залучення у виробничі процеси. Навіть одержавши певне уявлення про стадії процесу розробки, як-то: аналіз, специфікації, дизайн, проектування, тестування, розгортання, випробування, випуск, супровід тощо, студентові ніде здобути навички, необхідні для узгодженого проходження цих етапів. Саме тому в усіх останніх рекомендаціях АСМ (див., наприклад, [1]), що стосуються розробок навчальних планів з інформатики в цілому і програмної інженерії зокрема, як особливий предмет навчання міститься груповий проект з розробки програмних систем.

Важливо простежити, як запровадження групових методів навчання узгоджується з індивідуальним підходом до навчання, суть якого полягає у виявленні індивідуальних особливостей і здібностей кожного студента з наступним пристосуванням навчального процесу. Особливо ефективними в цьому напрямі виявилися засоби електронного навчання, які дозволяють кожному студенту самостійно обирати властивий йому темп навчання. Саме тому дуже ефективною виявляється мережна підтримка групових методів навчання, яка досягається шляхом використання спеціалізованих, зазвичай Інтернет-базованих, навчальних порталів, що поєднують засоби електронного навчання, зокрема орієнтовані на колаборативне навчання [2], із проблемно-орієнтованими засобами специфічної предметної області. У разі застосування групових методів навчання у програмній інженерії сюди належать системи програмування, управління версіями, автоматизованого проектування тощо.

Особливо варто зауважити, що попереднє використання засобів електронного навчання, яке привело до накопичення значного арсеналу електронних навчальних ресурсів, позитивно вплинуло на впровадження групових методів. Електронний формат навчальних матеріалів спростив процедури їх адаптації, а навички використання

студентами електронних ресурсів, участь у форумах, списках розсилки тощо зменшили затрати переходу до віртуальних групових середовищ розробки.

Можна стверджувати, що застосування інформаційно-комунікаційних технологій є ефективним засобом прискорення інтеграції кожного учасника в колектив розробників. Вони дозволяють відстежувати цілі й завдання команди, її структуру, дотримання кожним учасником правил поведінки в групі, контролювати фази групової роботи, стежити за комунікативними вміннями учасників, їх здатністю приймати рішення, лідерськими якостями, а особливо важливо - здатністю оцінювати внесок кожного до виконання групового проекту [3].

Не викликає сумнівів, що досвід у виконанні групового програмного проекту сприятиме у майбутній професійній кар'єрі, а тому навчання, поєднане з таким практичним тренуванням, може розглядатися як ключовий фактор у підготовці кадрів, здатних сприйняти клімат групової роботи у сучасних підприємствах. Саме цей висновок підтверджується результатами тривалого досвіду у виконанні навчальних групових проектів, набутого у Вестфальському університеті імені Вільгельма (Монстер, Німеччина), Королівському коледжі Лондонського університету, Університету прикладних наук (Лейпциг, Німеччина), які стали партнерами Києво-Могилянської академії у Спільному європейському проекті ITSoftTeam за програмою ТЕМПУС «Реорганізація навчальних планів з інформатики: шлях впровадження модулів групової розробки програмних систем». Підбиття перших підсумків ITSoftTeam складає основний зміст цієї статті.

Також важливо звернути увагу на інший важливий урок проекту, а саме відгук на ініціативи групового навчання з боку індустрії інформаційних технологій. Залучення промислових партнерів до групового навчання дозволить ще більше наблизити навчальний процес до потреб практики, значно піднімаючи рівень вимог як до студентів, так і до викладачів. Якщо питання проблеми готовності студентів до групових проектів, власне, не викликає запитань, то участь промисловців у навчальному процесі створить значний позитивний вплив на готовність викладачів до нього.

Хоча проект ITSoftTeam передбачав застосування групових методів головним чином до програмної інженерії, можна констатувати його позитивний вплив на цілий ряд інших дисциплін, зокрема штучного інтелекту, екранного дизайну, мультимедіа тощо. Колективна атмосфера навчання сприяє підвищенню рівня його стандар-

тів, а тому позитивно впливає на розвиток кожного члена колективу.

Технологія навчання груповій роботі - це досить серйозний з методичної точки зору процес, що підкоряється своїм певним правилам.

Перше питання - ефективність командної роботи порівняно з індивідуальною роботою. Не скрізь і не завжди команда співробітників може бути ефективнішою, ніж окремих професіоналів, та й, до того ж, питання формування команди залишається досить складним. Зокрема, чи кожна групу людей, об'єднаних загальною справою, можна вважати командою? Чи не загубляться особисті переваги кожного при роботі в команді? Проте не викликає сумнівів той факт, що на сьогоднішній день кожен ІТ-спеціаліст, який považає себе, повинен мати навички роботи в групі.

Одним із шляхів вирішення перерахованих проблем є узагальнення існуючого досвіду викладання програмування і створення адаптивної методичної системи, що забезпечує індивідуальне навчання технології програмування в умовах групової підготовки.

Порівняльна статистика результатів групової та індивідуальної роботи при розробці програмних продуктів на факультеті інформатики

Зрозуміло, що порівняння ефективності групової та індивідуальної роботи при викладанні програмної інженерії є суб'єктивним з огляду на обмеженість статистичних даних, отриманих авторами під час проведення курсу «Засоби групової розробки програмних систем» (дані про групову роботу) та виробничої практики (на якій студенти виконують індивідуальні завдання). Для порівняння було обрано такі критерії:

1. Рівень складності завдань. Зрозуміло, що розробка складних програмних комплексів однією людиною майже неможлива, тому природно, що при груповій розробці можна вирішувати більш складні завдання.
2. Продуктивність праці. На перший погляд, отримані статистичні результати нелогічні, проте потрібно робити поправку на те, що студенти тільки вчаться працювати в команді, для того щоб організувати ефективну роботу, їм потрібен час.
3. Рівень завершеності продуктів. Це критерій відображає відношення стану проекту по завершенні і до початку. Природно, що менш складні індивідуальні проекти студенти частіше доводять до логічного завершення.
4. Якість. Це показник тісно пов'язаний із попереднім. Хоча відсоток завершених групових проектів менший, проте вони виконані на більш високому рівні, а саме: присутня доку-

- ментація (проектна пропозиція, діаграми класів і т. д.), дружній інтерфейс (GUI) і т. п.
- Розвиток індивідуальних знань та навичок. Як видно з діаграми, під час групової роботи студенти отримують більше знань. Результат неприродний, але йому є логічне пояснення: курс «ЗГРПС» організований таким чином, що на певному етапі кожен з учасників групи виконує різну роботу (керування (project manager), ведення документації, програмування і т. д.)
 - Відповідальність за виконання поставлених завдань. Восьме правило Фінгейла говорить: «Робота в команді дуже важлива. Вона дозволяє скинути свою провину на іншого». При індивідуальному виконанні завдання студент розуміє, що особисто несе відповідальність за виконання проекту і в кінці триместру отримує оцінку. Саме тут постає проблема оцінювання кожного зі студентів під час виконання групових завдань. Ця проблема окреслена в роботі [1], шляхи її подолання будуть розглянуті далі.

Підсумовуючи результати спостережень, можна виокремити найбільш проблематичні аспекти, які потребують подальшого розгляду та дослідження, для підвищення ефективності викладання дисциплін з елементами групової роботи:

- Вибір завдання для групового проекту;
- Планування та контроль роботи над проектом;
- Оцінювання результатів.

Розподіл індивідуальних оцінок

Розподіл індивідуальних оцінок у робочій групі можна порівняти з системою безтарифної оплати праці. У разі безтарифної оплати праці заробітна плата нараховується не кожному працівникові окремо за тарифними ставками та окладами, а спочатку визначається її загальна

сума, зароблена колективом, потім ця сума розподіляється між членами трудового колективу пропорційно встановленим коефіцієнтам (балам) та відпрацьованому кожним працівником часу.

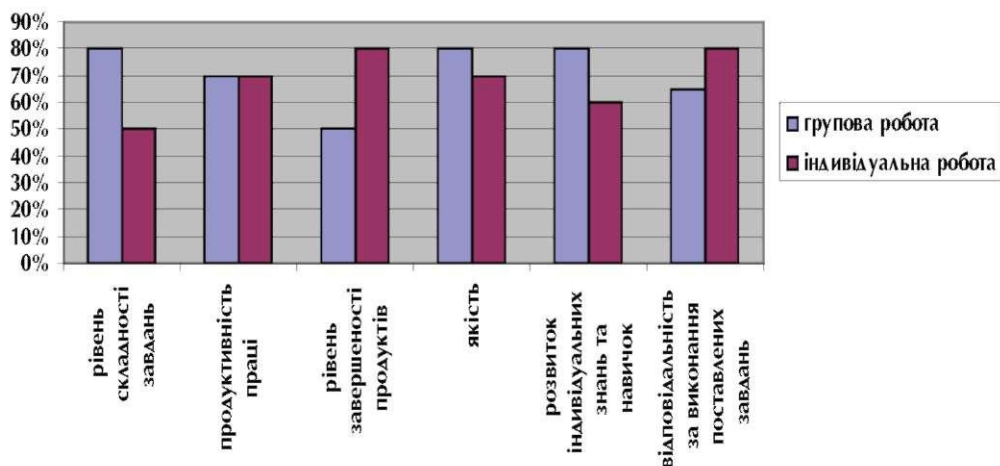
Щоб запобігти зрівнялівці, розробляються додаткові умови диференціації нарахованої заробітної плати. Беруться до уваги кваліфікація виконавця, якість роботи, виконання виробничих завдань, трудова дисципліна, взаємодопомога, умови праці тощо. Підсумовуючи, зауважимо, що головна суть безтарифних систем оплати праці полягає в розпаюванні колективного заробітку за заздалегідь установленими коефіцієнтами оцінювання праці різної складності. У разі ж розподілу балів оцінювання серед студентів немає сформованої заздалегідь сітки коефіцієнтів. Але такі коефіцієнти можуть бути виведені із взаємного оцінювання студентів у групі розробників. Основним призначенням таких систем оцінювання є мотивація ефективної праці кожного індивіда та колективу в цілому.

Отже, результуюча оцінка кожного учасника групи може залежати від:

- кінцевих результатів групової діяльності;
- установленого студентом коефіцієнта (внаслідок взаємооцінювання);
- відпрацьованого часу;
- особистого ставлення кожного працівника до спільної справи.

Індивідуальний коефіцієнт - це усереднене значення відповідних коефіцієнтів по етапах роботи.

Така система за своєю суттю є груповою системою, але допускає й індивідуальну організацію праці. Як зауваження можемо зазначити, що використання такої системи оцінювання для великих груп розробників може виявитися не дуже ефективним, оскільки зв'язок між особистим внеском і кінцевим результатом спільної праці нівелюється численними проміжними ланками.



Найкраще формувати групи навколо якогось завершеного комплексу робіт або хоча б відносно великої автономної частини його.

Прикметною рисою такої системи оцінювання групової роботи є те, що нарахування балів відбувається комплексно, без якихось додаткових надбавок. В основу цього підходу покладено вимогу до всіх виконавців працювати якісно, творчо, відповідально. Якщо колектив цих вимог дотримується і працює бездоганно, то він має одержати відповідну кількість балів з усіма її складовими. А вже ця сума балів розподіляється між членами команди за визначеними коефіцієнтами з урахуванням фактично відпрацьованого часу. Не виключено, що хтось із членів команди у визначеному періоді працюватиме не досить сумлінно, припуститься помилок тощо. Цілком природно, що такий працівник заслуговує, щоб до нього було вжито додаткових санкцій. На цей випадок все ще існує викладач, який фактично має право вносити деякі корективи у визначення підсумкової індивідуальної оцінки праці студента.

Індивідуальна кількість балів (S) може бути розрахована за такою формулою:

$$S_i = \frac{F_s K_i}{K_z n} = \frac{K_i}{\sum_{i=1}^n K_i} F'_s,$$

де F_s - нарахована команді сумарна кількість балів протягом визначеного періоду;

K_i - індивідуальний коефіцієнт конкретного учасника команди, що показує, у скільки разів його кількість балів вища за мінімальну в даному колективі;

K_z - середній коефіцієнт співвідношень балів у даному колективі;

n - загальна кількість членів команди.

Цією формулою можна скористатися за умови, що кожен член колективу відпрацював однакову кількість робочого часу. У реальній практиці така ситуація мало ймовірна. Особливо в умовах визначення людино-годин для виконання різних типів завдань. Тому до базової формули слід увести поправочний коефіцієнт K_v , який має враховувати різницю в кількості робочого часу, відпрацьованого над виконанням поставленого завдання різними членами даного колективу. Цей коефіцієнт відпрацьованого часу конкретним працівником розраховується за формулою:

$$K_v = \frac{T_f}{T_p},$$

де T_f - фактично відпрацьований час, годин;

T_p - плановий фонд робочого часу, годин.

Коефіцієнт відпрацьованого часу дорівнюватиме одиниці, якщо працівник відпрацював визначений час; він буде меншим за одиницю в

того, хто мав затримки в роботі з різних причин; перевищуватиме одиницю в того, хто відпрацював повний час і мав понаднормові години.

Великою небезпекою колективної праці є не-однакове ставлення учасників команди до своїх обов'язків. Якщо це має місце, то необхідно під час визначення індивідуальних оцінок урахувати різницю у внеску в підсумковий результат спільної праці різних виконавців. Інакше не уникнути зрівнялівки з усіма її негативними наслідками.

Аби запобігти цьому небажаному явищу, до базової формули слід увести ще один поправочний коефіцієнт, який урахував би особистий трудовий внесок кожного в підсумковий спільний результат (K_{vi}). Тоді базова формула для визначення індивідуального заробітку набуде остаточного вигляду:

$$S_i = \frac{F_s K_i K_{vi} K_{yi}}{\sum_{i=1}^n K_i K_{vi} K_{yi}}.$$

Коефіцієнт індивідуального внеску (K_v) може враховувати індивідуальну продуктивність праці, якісні показники роботи, ініціативність працівника тощо. Щоб уникнути суб'єктивності в оцінці особистого внеску, слід розробити деталізований методу визначення K_v і ознайомити з нею всіх, кого це стосується [4].

Що стосується розробки методики визначення коефіцієнта індивідуального внеску (K_v), то на нинішньому етапі вона базується на двох методах. Перший - відхилення від норми. Метод розроблений Дж. Томсоном, університет Сандерленду [5]. Ґрунтується на погодженому процентному розподілі внеску кожного члена групи у фінальний продукт. Група має погодити розподіл у процесі переговорів. Другий - індивідуальний зважений коефіцієнт надбавки. Метод розподілу загальної оцінки не позбавлений недоліків саме через необхідність розподілу фіксованої кількості балів. Альтернативний метод - дозволити студентам вільно оцінювати індивідуальні внески членів команди, а потім підраховувати індивідуальний зважений коефіцієнт надбавки, що ґрунтується на співвідношенні індивідуальної кількості балів до середньої кількості балів усіх учасників команди. Додатково можна забезпечити анонімне оцінювання членів своєї команди, що приводить до більшої об'єктивності й не дозволяє компенсувати низький рейтинг за рахунок інших етапів. Цей метод дозволяє поставити групову оцінку студентам, які роблять посередній внесок у роботу команди. Ті ж, хто роблять більший або менший внесок, можуть, відповідно, отримати більше або менше балів за загальний груповий бал. Метод запропонований Голд-

фінчем у 1994 році [6]. Детальніше про ці методи можна дізнатися в попередній статті [3].

Розробка оптимальної моделі оцінювання ще триває. А широке впровадження методів групової роботи на факультеті інформатики забезпечує статистичним матеріалом та дослідницькою базою для оптимізації цього процесу.

Висновок

Упровадження елементів групової роботи до навчальних програм на факультеті інформатики НаУКМА протягом кількох останніх років, разом із введенням нової магістерської програми «Програмна інженерія», продемонструвало знач-

не підвищення ефективності навчання, що, відповідно, позначилося на рівні знань та навичок студентів. Про це, зокрема, відзначається у відгуках роботодавців та й самих студентів, які починають працювати в галузі програмної індустрії. Варто зауважити, що використання електронних засобів навчання, а на факультеті інформатики вони активно використовуються досить тривалий час, набагато спростило цей процес. Разом з тим потрібно дуже обережно підходити до зміни навчальних планів, оскільки не всі дисципліни доречно адаптувати для групової роботи. Дослідницький процес триває.

1. Рекомендации к преподаванию программной инженерии и информатики в университетах / Интернет-Университет Информационных Технологий. - М., 2007. - 462 с.
2. Boublik V., Hesser W. E-Learning: Challenges and Perspectives // Наукові записки НаУКМА. - Сер.: Комп'ютерні науки. - 2005. - Т. 36. - С. 58-65.
3. Бублик В. В., Афонін А. О., Борозенний С. О. З досвіду навчання групової розробки програм на факультеті інформатики // Наукові записки НаУКМА. - Сер.: Комп'ютерні науки. - 2007. - Т. 73. - С. 32.
4. Колот А. М. Мотивація персоналу: Підручник. - КНЕУ 2005. - 337 с.
5. Conway R., Kember D., Sivah A., & Wu M. (1993) Peer Assessment of an Individual's Contribution to a Group Project, Assessment and Evaluation in Higher Education 18, 45-56.
6. Guide to Best Practice: Group Work. Lincoln University. - www.lincoln.edu

V. Boublik, A. Afonin, S. Borozennyi

SOME PECULIARITIES IN IMPLEMENTING EDUCATIONAL TEAM DEVELOPMENT OF SOFTWARE SYSTEMS

Pre-conditions and main objectives of introducing capstone team projects in software development have been analyzed. Based on experience gained during performance of the Joint European project ITSoftTeam in the course of the IEMPUS Program, individual and group methods of studies have been compared and approaches to implementing team based methods for evaluation contribution of team members have been indicated.