

УДК 681.3.01

Бублик В. В., Афонін А. О., Борозенний С. О.

З ДОСВІДУ НАВЧАННЯ ГРУПОВОГО РОЗРОБЛЕННЯ ПРОГРАМ НА ФАКУЛЬТЕТІ ІНФОРМАТИКИ

Викладено основні засади, застосовані авторами до впровадження в навчальному плані факультету інформатики, групових методів виконання студентами навчальних проектів. Наведено результати перших двох років використання групових проектів на курсах із розробки програмних систем, зокрема розглянуто проблеми залучення студентів до оцінювання результатів колективної роботи.

Із самого початку свого існування програмна інженерія проявила себе як галузь, повністю залежна від успіху колективних зусиль. Досить згадати класичну роботу Ф. Брукса [1], автор якої вже понад 30 років тому звернув увагу на надзвичайну складність організації роботи програмістських колективів. Із часів, описаних Бруксом, ситуація, власне криза програмної інженерії, постійно продовжувала загострюватися. У першу чергу це сталося з двох причин. Перша полягає в постійному зростанні складності як предмета розробки, так і вживаних інструментів. Друга — у спеціалізації і міжнародному розподілі праці, що призвело до утворення розподілених міжнародних колективів, члени яких зазвичай користуються віддаленими методами роботи. Типовий колектив розробників тепер налічує від кількох десятків до кількох сотень і навіть тисяч розробників, значна частина накладних витрат при цьому йде на покриття управлінських і організаційних затрат, включаючи психологічний і національно-етнічний фактори.

Міжнародні організації інформатиків, зокрема Асоціація з обчислювальної техніки АСМ, багато років поспіль працюють над покращенням стану викладання інформатики у вищих навчальних закладах. Рекомендації АСМ до навчальних планів із інформатики взагалі [2] і програмної інженерії зокрема [3] передбачають курс групового програмного проектування. Діяльність із упровадження групових методів навчання на факультеті інформатики НаУКМА розпочато в 2005 році в рамках Спільного європейського проекту ITSoftTeam [4]. Групова розробка програм посідає особливе місце в системі вищої освіти, даючи змогу студентіві набувати знання не за традиційними методами навчання, а шляхом створення умов, наближених до воєвничих, за яких студенти самі здійснюють розподіл повноважень усередині групи й виявляють власну ініціативу в межах досягнення поставленої перед групою мети. Крім вищезгаданих навиків, студенти в процесі роботи над проектом розвиватимуть уміння збирати й аналізувати інформацію,

писати звіт про виконану роботу та багато іншого. Це свідчить про навчання, максимально орієнтоване на практику, гаслом якого можна вважати старовинну китайську мудрість: «Почувши, я забув, побачивши, запам'ятав, зробивши сам, зрозумів». Саме з цих міркувань до навчального плану факультету інформатики включено дисципліну «Групова розробка програмних систем».

З огляду на обмеженість зупинимось лише на кількох етапах групового проекту, які за своїм характером виходять за межі суто програмної розробки й можуть бути застосовані в інших видах проектної діяльності:

- обрання теми проекту,
- формування груп,
- планування та контроль роботи над проектом,
- оцінювання проектів.

Обрання теми проекту: цей етап є дуже важливим, оскільки максимальні результати будуть досягнуті лише в тому разі, коли розглянута проблема або коло проблем досить складні й дають можливість задіяти широкий спектр знань і навичок. Крім того, тематика проекту має бути цікавою для самих студентів. Вони вивчають весь перелік запропонованих тем проектів (студент також може запропонувати свій варіант проекту) і зупиняються на одному з них. Є сенс в організації ретельно підготовлених коротких зустрічей, під час яких студенти зможуть одержати поради керівника у виборі теми проекту. Процес підготовки таких зустрічей може полягати в попередньому ознайомленні студентів з документами, які містять:

- пояснення, що таке проект;
- формальні вимоги, запропоновані до роботи над проектом;
- критерії оцінювання роботи;

Формування груп: там, де в студентів є можливість вибору партнерів і самих проектів, виникає багато суперечок із приводу розподілу й характеру робіт у групі. Якщо студенти не змогли сформувати групи самостійно, то для допомоги у вирішенні цих питань можна запропонувати таке:

• Провести обговорення методом «мозково-го штурму», у ході якого кожний студент назве теми, що його цікавлять. Скласти на дошці список тем. У ході подальшого обговорення скоротити кількість тем до числа реально здійснених.

• Попросити кожного студента проранжувати теми в порядку особистої переваги.

• Розподілити теми між студентами відповідно до їхніх переваг і на підставі цього сформувати групи.

• Керівників проектів (team leader) визначають тільки після того, як сформуються групи.

Можливий інший варіант. Формуються групи однодумців (самостійно або за допомогою викладачів), і викладачі пропонують для обговорення ряд проблем. Потім вони допомагають чітко сформулювати завдання, що розв'язується.

Планування роботи над проектом: студенти, які раніше не працювали над груповими проектами, безсумнівно, зіткнуться з труднощами, намагаючись навчитися планувати свою роботу. Для ведення та планування роботи в команді доцільно застосовувати засоби групової розробки. На ринку програмного забезпечення є чимало середовищ командної розробки (Collaborative development environment) як комерційних, так і доступних безкоштовно, до останніх можна віднести *LibreSource*, *PHPGroupware*, *GForge*. Використання системи групової розробки суттєво спрощує як взаємодію членів усередині команди (якщо команда інтернаціональна, тоді використання цієї системи стає життєво необхідним), так і контроль за виконанням проекту.

На факультеті інформатики зроблено спробу використання середовища *GForge* [<http://gforge.org/>], яке є відгалуженням безкоштовної системи групової розробки *SourceForge* та розповсюджується по *GNU General Public License*. На факультетському сервері встановлено локалізацію даного середовища [<http://jep.kma.kiev.ua:8080>]. *GForge* декларовано як повнофункціональне середовище командної розробки, яке надає користувачам необхідний інструментарій для координації, розробки та контролю свого проекту, а саме:

- CVS/SVN-репозиторій (створюється автоматично разом із проектом).
- Форум (загальний та окремий для кожної групи).
- Багаторівнева система ролей із налаштуванням доступу всередині окремої групи.
- Планування задач (з контролем виконання).
- Новини.
- Управління документами проекту.
- Вікі.
- Списки розсилки.

Експеримент із використанням *GForge* не можна назвати повністю успішним, і нині на факультеті ведуться роботи як із оцінювання можливостей інших систем, наприклад, систем *Microsoft*, так і з розробки або адаптації власної платформи [<http://jep.kma.kiev.ua>].

Найбільш проблемним виявилось **оцінювання результатів роботи**, на якому слід зупинитися детальніше.

Групові проекти часто піддаються критиці як викладачами, так і студентами через те, що під час оцінювання члени команд отримують однакові оцінки. Різні техніки визначення індивідуального внеску до розробки проекту можна поділити на два типи. Перший полягає в розподілі загальної оцінки серед учасників команди. Другий – у розподілі зваженого коефіцієнту надбавки серед індивідів. Обидва методи залучають членів команди до оцінювання відносного внеску окремих членів команди до спільного проекту. Більше того, техніки в основному застосовуються з використанням лише взаємооцінювання студентів і без оцінювання особистого внеску [6]. Ці методи були апробовані під час оцінювання триместрової роботи проектних груп, що розробляють проекти в рамках курсу групової розробки програмних систем. Оцінювали 12 команд по 3–4 особи в команді. Групові проекти оцінювались поетапно як викладачем, так і самими студентами.

Розподіл загальної оцінки: спочатку була спроба використати варіант методу, в якому студентам запропоновано розподілити серед учасників команди загальну оцінку за етап, яку виставив викладач. У нашому варіанті максимальна кількість балів за конкретний етап становила 10. Це викликало деякі проблеми в розподілі. Оскільки рішення могло бути прийнято на загальних зборах команди і відповідно в прозорому режимі. Отже, у студентів, природно, не було бажання занижувати колегам бали, а отже, у більшості команд приймалось рішення про рівний розподіл балів. У випадках із 3 або 4 членами команди точний рівний розподіл зробити важко, але навіть тут виникав варіант компенсування недостатніх балів на наступних етапах.

Відхилення від норми: метод розроблено Дж. Томсоном, університет Сандерленда [5]. Базується на погодженому процентному розподілі внеску кожного члена групи до фінального продукту. Група має погодити розподіл у процесі переговорів. Робочий приклад:

$$\text{Індивідуальна оцінка} = \text{ГО} + \text{ГО}((\text{P}-\text{H})/100),$$

де ГО – групова оцінка; P – розподілений відсоток внеску; H – нормальний внесок (25% – для групи з 4 осіб, 33,33% – для групи з 3 осіб).

Звідси,

$$\begin{aligned} & \text{відсоток поправки} = \\ & = \text{розподілений відсоток} - \text{нормальний відсоток}. \end{aligned}$$

Наприклад, у групі з 4 студентів розподілений відсоток для одного члена – 30% (нормальний внесок становить 25%), а групова оцінка – 60%.

$$\begin{aligned} & \text{Індивідуальна оцінка} = \\ & = 60 + 60((30 - 25)/100) = 60 + 3 = 63\%. \end{aligned}$$

Існує також поправка до цієї моделі, яка може бути використана в разі зменшення кількості членів групи вже після початку роботи:

$$\text{Кінцева ГО} = 100 - ((100 - \text{ГО}) \cdot \text{КК}/\text{ПК}),$$

де ГО – групова оцінка; КК – кінцева кількість учасників групи; ПК – початкова кількість учасників групи.

Наприклад, група на початку складалася з трьох осіб, з яких одна залишила групу. Групова оцінка – 80 %.

$$\begin{aligned} \text{Фінальна групова оцінка} &= 100 - (100 - 80) \cdot 2/3 \\ &= 100 - (20 \cdot 2/3) = 87\%. \end{aligned}$$

Індивідуальний зважений коефіцієнт надбавки

Метод розподілу загальної оцінки не позбавлений недоліків саме через необхідність розподілу фіксованої кількості балів. Альтернативний метод – дати змогу студентам вільно оцінювати індивідуальні внески членів команди, а потім підраховувати індивідуальний зважений коефіцієнт надбавки, що базується на співвідношенні індивідуальної кількості балів до середньої кількості балів усіх учасників команди. Додатково можна забезпечити анонімне оцінювання членів своєї команди, що веде до більшої об'єктивності й не дає змоги компенсувати низький рейтинг за рахунок інших етапів. Цей метод дає можливість поставити групову оцінку студентам, які роблять посередній внесок у роботу команди. Ті ж, хто робить більший або менший внесок, можуть відповідно отримати більше або менше балів за загальний груповий бал. Метод запропоновано Голдфінчем у 1994 році [7].

Наприклад, є такі оцінки (таблиця):

3 – найбільший внесок, 2 – посередній внесок, 1 – мінімальний внесок, 0 – жодного внеску, –1 – перешкода для групи.

$$\text{Середня оцінка} - (13 + 20 + 12)/3 = 15.$$

$$\text{Коефіцієнт А} - 13/15 = 0,87.$$

$$\text{Коефіцієнт Б} - 20/15 = 1,33.$$

$$\text{Коефіцієнт В} - 12/15 = 0,80.$$

Викладач оцінив роботу групи над проектом в 72%. Кожен студент отримує половину від загальної оцінки, а другу половину – з урахуванням коефіцієнту надбавки.

Загальний рейтинг:

$$\text{А: } 36\% + 0,87 \cdot 36\% = 67,3\%.$$

$$\text{Б: } 36\% + 1,33 \cdot 36\% = 83,9\%.$$

$$\text{В: } 36\% + 0,80 \cdot 36\% = 64,8\%.$$

Таблиця. Оцінювання індивідуальних внесків членів команди

Кому надано оцінки	А			Б			В		
	А	Б	В	А	Б	В	А	Б	В
Пошук інформації	3	3	2	2	2	1	1	2	2
Аналіз інформації	1	-1	0	3	2	2	0	1	2
Формування звітів	2	2	1	3	3	2	1	1	2
Разом	13			20			12		

Критерії оцінювання можуть змінюватись залежно від типу проекту або окремого етапу.

Виходячи зі специфіки формування груп, у нашому курсі використано саме цей метод оцінювання з деякими модифікаціями, а саме, для взаємо- та самооцінювання обрано діапазон оцінок від 0 до 5, а не від -1 до 3, як це було запропоновано авторами. Коефіцієнти надбавки застосовувались не до половини загальної оцінки проекту, а до всієї оцінки.

Практичне використання цього методу та розрахунки можна продемонструвати на прикладі оцінювання курсу.

Згідно з вимогами методу, проводиться взаємооцінювання студентами індивідуального внеску всіх членів команди у спільний проект. Максимальний бал за кожен етап становить 5. У разі, якщо взаємооцінювання не відбувається або відбувається не в повному обсязі, вважається, що етап не відбувся. На рис. 1 наведено

The evaluation process

Results of the evaluation

[view detailed](#) [view marks](#)

Easy Courseware Team	Project Proposal	Second stage	Third stage	Fourth stage	Fifth stage
Ігор Луценко	5 5 5	4 4 4	5 5 5	5 5 5	5 5 5
Олександр Жебрюков	5 5 5	4 4 4	5 5 5	5 5 5	5 5 5
Микола Голова	3 3 3	4 3 3	3 3 3	3 3 3	3 3 3

ММСН Team	Project Proposal	Second stage	Third stage	Fourth stage	Fifth stage
Дарина Бронникова	5 5 5	5 5 5	5 5 5	5 5 5	4 2 3
Назар Грабовський	1 1 1	5 5 4	4 5 4	4 4 5	4 3 3
Марина Осадчук	5 4 4	5 5 4	4 4 4	5 4 4	5 5 5

CyberLAMP Development Team	Project Proposal	Second stage	Third stage	Fourth stage	Fifth stage
Марина Алексєнко	5 4 5 5	5 5 5 5	5 4 5 5	5 5 5 5	5 5 4 4
Валерія Наумова	5 5 4 5	5 4 5 5	5 5 5 5	5 5 5 4	5 5 4 5
Антон Шабінський	5 3 5 5	5 5 5 5	5 5 5 5	5 5 4 5	5 4 5 4
Павло Щепінський	5 2 4 4	5 5 5 5	5 5 5 5	5 5 5 4	5 5 5 5

Рис. 1. Взаємооцінювання студентів у групах

[view detailed](#) [view marks](#)

Easy Courseware Team	Sum of the marks	ADDON	Total mark
Ігор Луценко	72	1.1368480886741	55.7055563450309
Олександр Жебрюков	72	1.1368480886741	55.7055563450309
Микола Голова	47	0.7421091689956	36.363349280785

ММСН Team	Sum of the marks	ADDON	Total mark
Дарина Бронникова	69	1.0952380952381	53.6666666666667
Назар Грабовський	53	0.84126984126984	41.2222222222222
Марина Осадчук	67	1.0634920634921	52.1111111111113

CyberLAMP Development Team	Sum of the marks	ADDON	Total mark
Марина Алексєнко	96	1.007874015748	49.385826771652
Валерія Наумова	96	1.007874015748	49.385826771652
Антон Шабінський	95	0.99737532808399	48.871391076116
Павло Щепінський	94	0.98687664041995	48.356955380578

Рис. 2. Кінцевий рейтинг з урахуванням коефіцієнта надбавки

Marks for every stage

Table with marks for every stage					
	Project Proposal	Second stage	Third stage	Fourth stage	Fifth stage
Easy Courseware Team	10	9	10	10	10
MMCH Team	10	10	9	10	10
CyberLAMP Development Team	10	9	10	10	10

Рис. 3. Бали, виставлені викладачем за окремі етапи виконання проекту

оцінювання студентами один одного на прикладі трьох груп. Треба зауважити, що студент не знає, хто і як оцінив його особистий внесок. Він бачить тільки загальну оцінку своєї роботи (рис. 2, 3).

Висновок

Виконання студентських групових проектів на факультеті інформатики НаУКМА протягом двох останніх навчальних років продемонструвало високу зацікавленість як із боку студентів, так і з боку представників галузі розробників програмного забезпечення. З'являються реальні перспективи переходу від навчальних до навчально-виробничих групових проектів, що виконуватимуться на замовлення промисловості. Значну роль у цьому відіграють обґрунтовані методи оцінювання студентських проектів. Оцінювання індивідуального внеску кожного члена коман-

ди – це саме та сфера навчання, у якій взаємооцінювання та самооцінювання допомагають забезпечити якісне та справедливе оцінювання роботи студентів, оскільки тільки учасники команд володіють точною інформацією про особистий внесок кожного. Ці методи дають змогу розвивати відповідальність, незалежність та саморозуміння. Було обрано метод індивідуального зваженого коефіцієнта надбавки як найбільш точний. Але й він не позбавлений своїх недоліків. Як було зазначено, деякі поправки вже внесено, деякі ще чекають своєї черги. Оскільки розвиток групових проектів як метод навчання тільки впроваджується у вищих навчальних закладах, методи оцінювання так само змінюватимуться залежно від нових вимог і математичних і програмних методів і засобів, у тому числі штучного інтелекту.

1. Брукс Ф. П. Мифический человеко-месяц.— М.: Наука, 1979; Символ, 2001.
2. Computing Curricula 2005.— <http://www.acm.org/education>.
3. Рекомендации по преподаванию программной инженерии и информатики в университетах.— М.: ИНТУИТ-РУ, 2007.— 462 с.
4. Бублик М. М., Глибовець М. М., Олецький О. В. Моделі трансформації інформаційної освіти в контексті руху до інформаційного суспільства: досвід факультету інформатики НаУКМА // Наукові праці. Науково-мето-

- дичний журнал.— Т. 71.— Вип. 58. Педагогічні науки.— Миколаїв: Вид-во МДГУ ім. П. Могили.— С.60–64.
5. Conway R., Kember D., Sivah A., Wu M. Peer Assessment of an Individual's Contribution to a Group Project, Assessment and Evaluation in Higher Education 18.— 1993.— P. 45–56.
6. Assessing group work. Institute for Interactive Media and Learning. Sydney.— www.iml.uts.edu.au/assessment/
7. Guide to Best Practice: Group Work. Lincoln University.— www.lincoln.edu

V. Boublik, A. Afonin, S. Borozennyi

SOME ISSUES OF STUDYING TEAM SOFTWARE DEVELOPMENT AT THE FACULTY OF INFORMATICS

Basic concepts of students' team working within bachelor programs in computer sciences have been described in the paper. Main results of two years experience in development student team projects have been summarized, especially student peer and self assessment approach.