

ПРОБЛЕМЫ УНИВЕРСИТЕТСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

УДК 378.1:004:303.732.4

Образование инженерии программного обеспечения: систематический обзор литературы

Н. Н. Дацун

доцент, Пермский государственный национальный исследовательский университет
Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15
nndatsun@inbox.ru; (342) 239-67-72

Рассматривается проблема сокращения разрыва между образованием инженерии программного обеспечения (ОИПО) и требованиями IT-индустрии. Выполнен обзор научных публикаций 2010-2014 гг. в виде *systematic mapping study* (SMS) для поиска решений по совершенствованию ОИПО. Отобраны и классифицированы 72 публикации. Установлено, что наибольшее количество исследований посвящены проблемам обучения программных инженеров. Исследованы предлагаемые пути решения этих проблем.

Ключевые слова: *программная инженерия; образование инженерии программного обеспечения; systematic mapping study.*

Введение

Программная инженерия (ПИ) как отрасль деятельности является одним из активно развивающихся направлений в IT-сфере. За последнее десятилетие произошла формализация важнейших аспектов ПИ:

1) в образовании инженерии программного обеспечения разработаны и рекомендованы типовые учебные программы (*Curriculum*) для различных уровней подготовки программных инженеров (SE 2004 [1—2], GSwE [3]) и смежных дисциплинах (CS 2013) [4];

2) оформлены требования к знаниям в программной инженерии (SWEBOOK [5]);

3) сформулированы рекомендации для выполнения систематических обзоров литературы по ПИ в виде SLR (*Systematic Literature Review*) или SMS (*Systematic Mapping Study*) [6].

Увеличение потока систематических обзоров литературы за последние годы свидетельствует о росте интенсивности исследова-

ний по проблематике ПИ. Большинство из этих обзоров посвящено вопросам теории и практики ПИ [7—10]. По вопросам образования инженерии программного обеспечения систематические обзоры литературы были выполнены как для системы образования в целом [11—12], так и для углубленного анализа учебных программ [13].

Целью данного исследования является представить обзор состояния исследований по теме образования программной инженерии за последние пять лет (2010-2014 гг.) путем оценки выявления изменений видения проблем в образовании инженерии программного обеспечения (ОИПО) с точки зрения академических учреждений и практиков IT-индустрии и путей их преодоления. Для этого был выполнен систематический обзор литературы с представлением результатов в виде SMS (*systematic mapping study*), представленный в разделе 2. В исследовании изучены три исследовательских вопроса: *IB1*: Как изменился вектор исследований в образовании для ПИ за последние пять лет? *IB2*: Какие вопросы формирова-

ния и актуализации компетенций ИТ-специалистов нашли отражение в исследованиях по образованию инженерии программного обеспечения? *ИБЗ*: Какие возможные решения сокращения разрыва между образованием инженерии программного обеспечения и требованиями ИТ-индустрии предлагаются?

SMS выполнено в соответствии в рекомендациями [6], структура статьи является стандартной для представления результатов SMS. В разделе 1 содержатся предпосылки исследования. Раздел 2 описывает процесс проведения SMS. Обсуждение результатов исследования представлено в разделе 3. Ограничения данного SMS-исследования сформулированы в разделе 4. Выводы и направления предстоящих работ представлены в разделе 5. Приложения к статье содержат список названий журналов и конференций, в которых были опубликованы научно-исследовательские работы (НИР), и список публикаций, отобранных для исследования.

1. Предпосылки

За последнее 5 лет результаты исследования вопросов теории и практики программной инженерии были представлены в многочисленных SLR и SMS по большинству областей знаний (knowledge areas, или KAs, в соответствии со SWEBOOK [5]). В каждом из них косвенно затрагиваются и вопросы, связанные с образованием для программной инженерии. Обзоры [11-12] посвящены непосредственно изучению проблем обучения программной инженерии. Эти работы указали фокусы исследователям, связанные с недостаточно исследованными областями ОИПО, и потенциальную необходимость совершенствования и актуализации SE 2004, GSwERC и SWEBOOK. Главным выводом предшествующих исследований является осознание изменения традиционных подходов в образовании для ПИ с целью сделать его менее академическим и ориентированным на студента.

Последнее систематическое исследование по тематике ОИПО, основанное на работах 2010г., было опубликовано в 2012 г. [11]. За время, прошедшее после его публикации, были обновлены версии SWEBOOK [5] и учебной программы CS 2013 [4], а также введена в действие Общая европейская рамка компетенций ИКТ-специалистов для всех секторов индустрии [14]. Для определения степени изменений в исследованиях по тематике ОИПО

после публикации [11], нами проведено систематическое исследование образования для ПИ за 2010-2014 гг., основанное на методике SLR [6].

2. Процесс проведения SMS

Процесс исследования согласно [6] выполнен в три стандартизованных этапа:

- 1) определение рамок, стратегия поиска и критерии отбора;
- 2) выбор первичных исследований;
- 3) анализ, классификация и построение карт.

Этап 1: Определение рамок, стратегии поиска и критерии отбора

На этом этапе определены рамки, стратегия поиска и критерии отбора объектов исследования. Источниками первичного поиска литературы были выбраны цифровые библиотеки научных публикаций IEEE Xplore, ACM Digital Library, SpringerLink и ScienceDirect.

Существующая методика выполнения SLR рекомендует четко формулировать строки поиска с использованием логических операторов [6]. Первичная поисковая строка была выбрана "*Software Engineering Education*", используемая только в названиях публикаций (с использованием логических операторов: title="Software" & title="Engineering & title="Education"). С учетом того, что инструменты расширенного поиска IEEE Xplore, ACM Digital Library, SpringerLink и ScienceDirect не позволяют единообразно сформулировать строку поиска, эта строка была адаптирована для каждой из библиотек (табл. 1).

Таблица 1. Первичная поисковая строка

Библиотека	Вид поисковой строки
IEEE Xplore	("Document Title":Software Engineering Engineering)
ACM Digital Library	(Title:software and Title:Engineering and Title:Education)
SpringerLink	"Software AND Engineering AND Education"
ScienceDirect	TITLE(education) and TITLE(software Engineering)

Такая стратегия поиска дала завышенное общее количество результатов (табл. 2). Для отбора релевантных работ были применены критерии включения и критерия исключения.

Рассмотрим *критерии включения*:

- 1) результаты научно-исследовательских работ, опубликованные в журналах,

Таблица 2. Результаты поиска первичного исследования

Библиотека	Общее количество в первичном исследовании	Количество отобранных первичного исследования	Количество релевантных первичного исследования	Процент релевантных первичного исследования
IEEE Xplore	1022	84	56	5,48%
ACM Digital Library	381	53	12	3,15%
SpringerLink	71	5	3	4,23%
ScienceDirect	46	7	1	2,17%
Всего	1520	149	72	4,74%

трудах конференций и книгах в период между январем 2010 г. и декабрем 2014 г. (финальная дата поиска 28 декабря 2014 г.). Публикации 2010 г. были включены для анализа динамики по сравнению с исследованием [11];

2) название работы должны явно содержать строку "*Software Engineering Education*", и реферат или ключевые слова должны содержать одну из следующих строк: "*Software Engineering Education*" или "*Software Engineers Education*".

Благодаря критериям исключения рассмотрению не подлежат такие публикации:

- 1) посвящены образованию, но не для программной инженерии;
- 2) являются SLR или SMS;
- 3) представляют собой титульные листы и оглавления трудов, списки организационных/программных комитетов и другие организационные материалы конференций, постеры стендовых докладов или приветственное слово председателей конференций.

Этап 2: Выбор первичных исследований

В библиотеках IEEE Xplore, ACM Digital Library, SpringerLink и ScienceDirect с первичной поисковой строкой "*Software Engineering Education*" были найдены 1520 работ (см. табл. 2). Для реализации первого критерия включения были использованы дополнительные инструменты расширенного поиска.

При работе с IEEE Xplore в группе настроек "*Content Types*" выбраны флажки "*Conference Publications*" и "*Journals & Magazines*". В группе "*Publication Year*" для настройки "*Specify Year Range*" значения 2010 и 2014 для диапазона "*From: ... To*" выбраны из соответствующих списков.

Для библиотеки ACM Digital Library в группе настроек "*Publication*" значения 2010 и 2014 для диапазона "*Published since ... Pub-*

lished before" выбраны из соответствующих списков. Для настройки "*In publication types*" выбраны флажки "*Journal*" и "*Proceeding*".

При работе со SpringerLink для настройки "*Show documents published*" значения 2010 и 2014 для диапазона "*between ... and*" введены в соответствующих окнах.

Для библиотеки ScienceDirect в группе настроек "*Refine your search*" значения 2010 и 2014 для диапазона лет "*... to: ...*" выбраны из соответствующих списков.

В табл. 3 представлены тексты поисковых строк, которые отображаются инструментами расширенного поиска библиотек. В результате применения критериев включения и исключения, были проанализированы названия 1520 статей и изначально отобраны 149 первичных источников (табл. 2).

Наибольшее количество документов по результатам поиска с учетом критериев отбора для нашего SMS было получено из IEEE Xplore: 84 из 149 исходных документов (56%) и (56 из 72) релевантных (78%). Поэтому первыми были проанализированы публикации наиболее репрезентативной исходной выборки из IEEE Xplore (84 публикации). Далее при анализе публикаций из ACM Digital Library, SpringerLink и ScienceDirect в финальный список были отобраны только уникальные работы. Это также привело к сокращению общего количества релевантных первичных источников (табл. 2).

Шаг 3: Анализ, классификация и построение карт

Анализ и классификация полученного на шаге 2 корпуса публикаций является предпосылкой для создания систематических карт, иллюстрирующих выявленные кластеры и пустоты.

Таблица 3. Поисковые строки в отображении инструментами расширенного поиска

Библиотека	Надпись результата поиска
IEEE Xplore	Search Results You searched for: ("Document Title":Software Engineering Education) You Refined by Content Type: Conference Publications, Journals & Magazines Publication Year: 2014 - 2014
ACM Digital Library	Searching for: (Title:Software and Title:Engineering and Title:Education) and (PublishedAs:journal OR PublishedAs:proceeding)*
SpringerLink	within 2010 – 2014**
ScienceDirect	pub-date > 2009 and pub-date < 2015 and TITLE(Software Engineering Education)***
- информация о диапазоне лет не отображается ** - информация о поисковой строке не отображается *** - информация о типе публикаций не отображается	

Поэтому на этом шаге сформулированы ответы на исследовательские вопросы.

ИВ1: Как изменился вектор исследований в образовании ПИИ за последние пять лет?

Мы сравнили каналы публикации с результатами, представленными в исследовании [11]. Исследования по ОИПО за 2010-2014 гг. были представлены в 9 журналах, материалах 38 конференций (их список представлен в приложении 1) и в двух сборниках научных трудов. Результаты анализа публикационной активности представлены на рис. 1.



Рис. 1. Публикационная активность

Рис. 2 показывает, что наибольшее количество первичных исследований было найдено в журнале "IEEE Software".

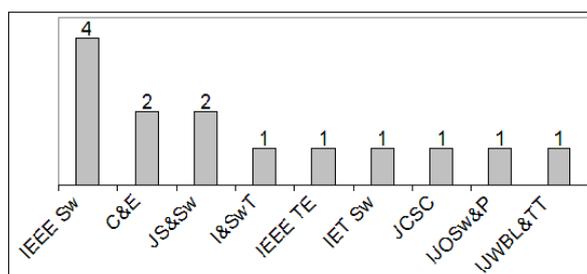


Рис. 2. Количество публикаций в журналах

Рис. 3 показывает топ-6 каналов публикаций среди конференций. Остальные конференции (см. прил.) представлены в корпусе первичных исследований одной публикацией.

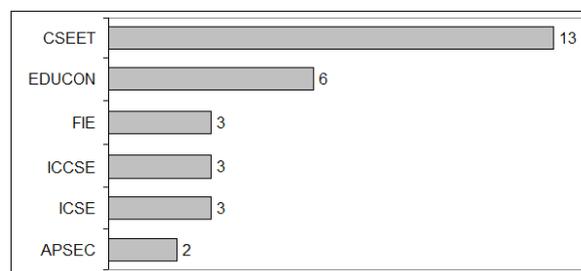


Рис. 3. Количество публикаций в материалах продолжающихся конференций

Для построения кластеров исследований была выполнена идентификация категорий. На первом этапе первичные исследования были классифицированы по категориям, предложенным Ellis и др. [15], и использованным в [11]:

- 1) инновационные методы обучения (ИМО);
- 2) учебные программы и управление образованием (УП&МО);
- 3) образовательные технологии (ОТ);
- 4) профессиональная деятельность (ПД);
- 5) проектно-ориентированная ПИ (П-О ПИ);
- 6) обучение и оценивание студентов (О&ОС).

Это было необходимо выполнить для того, чтобы оценить результаты изменения направлений исследований по ОИПО за последние пять лет. На рис. 4 представлены результаты этой классификации в виде карты.

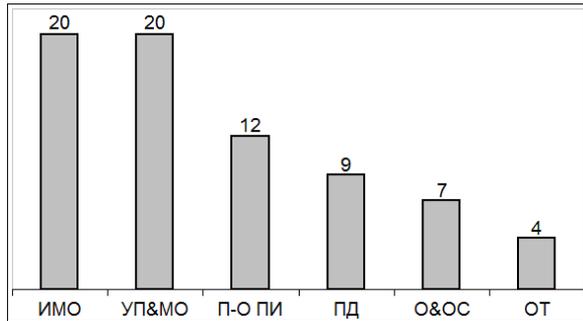


Рис. 4. Карта ОуПО: количество первичных исследований по классификации Ellis и др.

На втором этапе для классификации первичных исследований список категорий был расширен, чтобы найти ответы на исследовательские вопросы нашего SMS. Перечень категорий приведен в табл. 4.

Таблица 4. Категории классификации первичных исследований

Категория	Описание категории
I	Проблемы обучения
II	Curriculum & SWEBOK и образовательные программы
III	Навыки и компетенции
IV	Связь ОИПИ с индустрией и практикой
V	Совместное, командное и распределенное обучение
VI	Оценивание деятельности студентов и преподавателей
VII	Проектная деятельность
VIII	Конкретные учебные курсы

Таблица 5. Общая характеристика исследований системы ОИПО

Категория	Научно-исследовательские работы
I	И1, И2, И3, И6, И8, И11, И16, И27, И30, И39, И41, И47, И48, И49, И50, И56, И60, И61, И62, И63, И64, И65, И66, И67, И69, И70, И72
II	И4, И5, И14, И17, И22, И23, И24, И31, И32, И39, И42, И44, И45, И46, И48, И55, И56, И57, И59, И62, И66
III	И2, И3, И7, И16, И20, И21, И22, И29, И30, И34, И39, И42, И44, И50, И58, И60, И61, И64, И67, И69, И72
IV	И3, И6, И23, И27, И31, И45, И46, И49, И50, И51, И56, И62, И66, И69, И71
V	И2, И9, И14, И15, И22, И25, И28, И29, И34, И37, И43, И50, И54, И63, И68
VI	И1, И13, И14, И16, И20, И25, И26, И29, И30, И34, И43, И53, И54, И57
VII	И6, И15, И22, И25, И26, И27, И28, И48, И50, И51, И59, И69, И72
VIII	И8, И9, И14, И21, И25, И33, И57, И58, И63, И67,

Для анализа публикаций по тематике категории (III) "Навыки и компетенции" введем обозначения областей знаний в соответствии с рубрикацией SWEBOK [5] (см. табл. 6).

При кластеризации первичных исследований некоторые публикации были помещены более чем в одну категорию, так как их тематика охватывает либо междисциплинарные исследования, либо рассматривает более одного направления задач образования программной инженерии.

Результаты второго этапа классификации представлены в виде карты на рис. 5.



Рис. 5. Карта ОуПО: количество первичных исследований по предложенной классификации категорий

Содержание кластеров классификации научно-исследовательских работ представлено в табл. 5.

ИБ2: Какие вопросы формирования и актуализации компетенций IT-специалистов нашли отражение в исследованиях по образованию инженерии программного обеспечения?

Публикации, посвященные общим вопросам формирования навыков и компетенций, отнесены в область КА ID. В самостоятельную область выделены навыки, необходимые первокурсникам (область КА 1).

Таблица 6. Обозначение областей знаний

Обозначение	Область знаний
KA ID	Все области
KA I	Первокурсники
KA A	Requirements
KA B	Design
KA C	Construction
KA D	Testing
KA E	Maintenance
KA F	Configuration Management
KA G	Engineering Management
KA H	Engineering Process
KA I	Engineering Models and Methods
KA J	Quality
KA K	Professional Practice
KA L	Economics
KA M	Computing Foundations
KA N	Mathematical Foundations
KA O	Engineering Foundations

Распределение первичных исследований категории (III) по областям знаний и содержание кластеров классификации исследований в виде карты приведено на рис. 6.

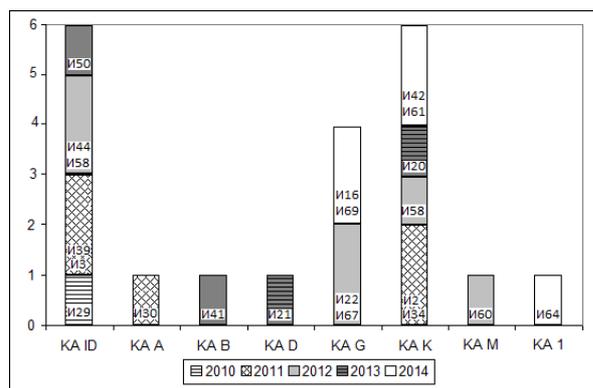


Рис. 6. Распределение первичных исследований категории (III) "Навыки и компетенции"

Нижняя граница выбранного нами временного диапазона потока публикаций совпадает с годом вступления в действие SWA 16234-2:2010 D/E/F [14]. Поэтому было принято решение о проведении анализа публикаций в контексте ИКТ-компетенций этого стандарта.

На первом этапе проведена кластеризация первичных публикаций по географическому принципу, результат которой в виде карты представлен на рис. 7.

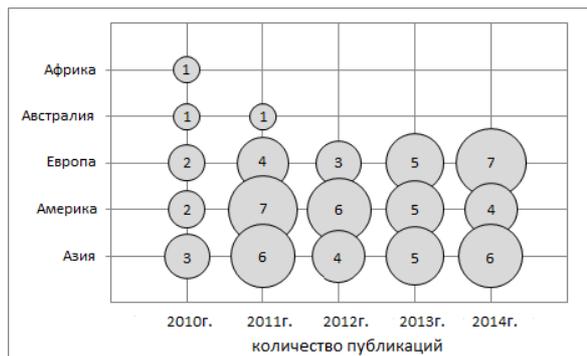


Рис. 7. Географическое распределение первичных исследований

На втором этапе 19 публикаций европейских авторов 2011-2014 гг. были классифицированы в соответствии с пятью областями Европейской рамки ИКТ-компетенций 2.0 [14] (табл. 8).

Таблица 8. Области ИКТ-компетенций, покрытые первичными исследованиями

Область ИКТ-компетенций	Научно-исследовательские работы
А. Планирование	И2, И38
В. Внедрение	И21, И22, И69
С (Запуск)	-
Д (Адаптация)	-
Е (Управление)	-

ИВЗ: Какие возможные решения сокращения разрыва между образованием инженерии программного обеспечения и требованиями IT-индустрии предлагаются?

Для ответа на третий исследовательский вопрос была выполнена кластеризация научно-исследовательских работ категории (I) "Проблемы обучения" (рис. 8). Авторы публикаций указывают на четыре группы проблем, отсутствие или недостаточное внимание к которым рассматривается как серьезное упущение в системе образования в системе подготовки программных инженеров для решения задач IT-индустрии:

- 1) Industry-Based Learning (IBL, подход с ориентацией на задачи IT-индустрии);
- 2) Project-Based Learning (PjBL, проектно-ориентированный подход);
- 3) Problem-Based Learning (PBL, проблемно-ориентированный подход);
- 4) Practice-Based Learning (PcBL, практико-ориентированный подход).

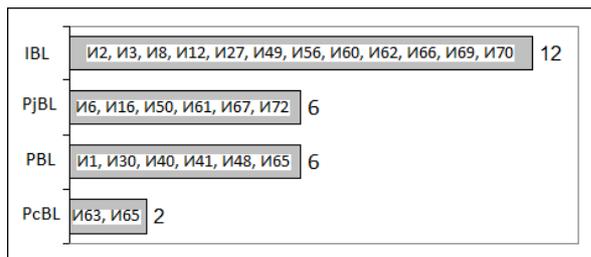


Рис. 8. Распределение первичных исследований по группам проблем

Поэтому был выполнен анализ первичных публикаций в остальных категориях (II-VIII) с целью выявления исследований, направленных на устранение проблем образования инженерии программного обеспечения. На рис. 9 представлены результаты этого анализа в виде карты.

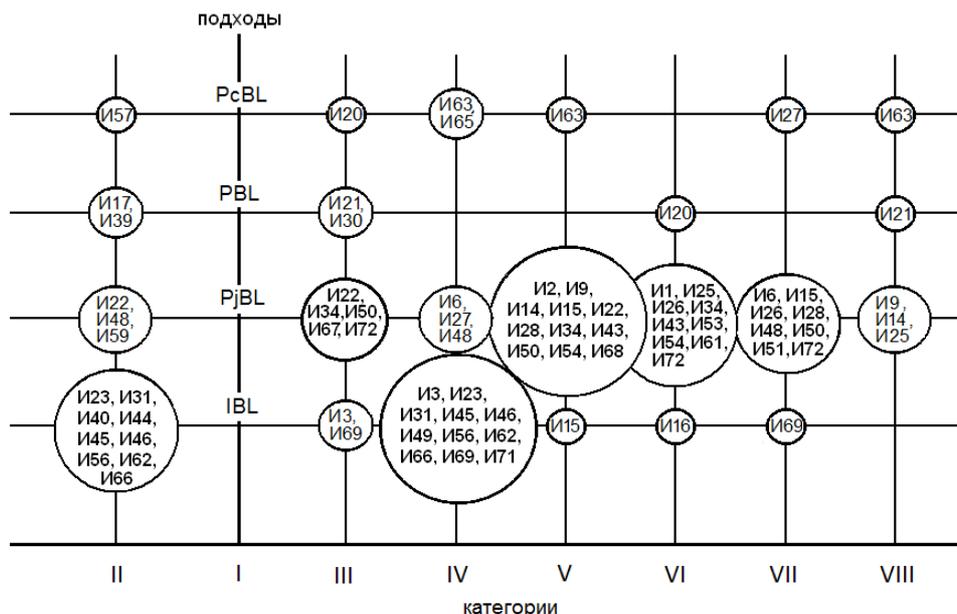


Рис. 9. Распределение публикаций категорий II-VIII по предлагаемым способам решения проблем ОПИ

3. Обсуждение

Результаты изучения *IBI* свидетельствуют об изменениях за период 2010-2014 гг. в векторе исследований в образовании инженерии ПО.

Изменения отмечены в источниках первичных исследований по ОППО. Журнал "IEEE Software" опубликовал наибольшее количество научно-исследовательских работ в 2010-2014 гг. (в 2010г. лидером был журнал "IEEE Transactions on Education" [11]). По сравнению обзором 2010 г. [11] список каналов публикаций по ОППО в 2010-2014 гг. увеличился за счет конференций по тематике, смежной с программной инженерией (ICSE, i-Society, ICENT, ICSE, APSEC, ISCI, CTGDSD, IAIAAI, SIGCSE, CSECE, CECNet, CGAMES, EduSymp, CECNet, ICE-CCN, CSIT).

Также в нашем исследовании по сравнению с [11] более широко представлена

география конференций (APSEC, MySEC, SBES, SEAA, CSECE, CLEI).

Сравнение карты на рис. 5 с работой [11] свидетельствует о перераспределении тематики исследований ОППО (по классификации Ellis и др. [15]) за последние годы (рис. 10).

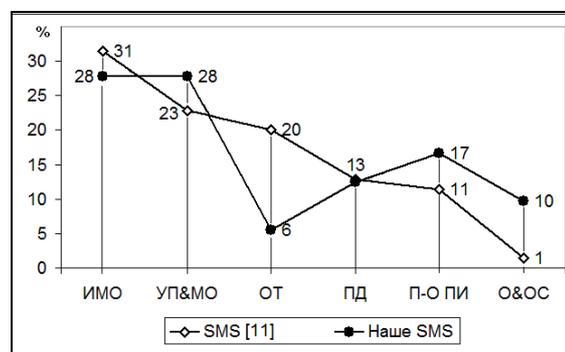


Рис. 10. Динамика тематики исследований по ОППО

Как и в 2010 г. основное внимание исследователей было сосредоточено на инновационных методах обучения и учебных программах. Наше исследование показало, что за последние годы выросло количество исследований по проектной составляющей обучения будущих программных инженеров (3-е место по сравнению с 5-м местом в 2010 г.). Количество исследований в категории образовательных технологий за исследуемый период снизилась втрое, а в категории оценивания, провальной в 2010 г., наоборот увеличилось.

Кластеризация первичных исследований в соответствии с предложенной нами классификацией показала, что более 37,5% научно-исследовательских работ в 2010-2014 гг. посвящено проблемам ОИПО. С одной стороны это свидетельствует о существовании разрыва между системой образования инженерии ПО и требованиями современной IT-индустрии, с другой – о понимании необходимости преодоления этого разрыва.

Изучение ИВ2 показывает фокус исследований в 2010-2014 гг., посвященных формированию и актуализации компетенций специалистов инженерии программного обеспечения.

Как ожидается, в течение следующего десятилетия количество рабочих мест программной инженерии будет расти быстрее, чем других рабочих мест [И69]. Выпускников направления подготовки "Программная инженерия" в будущей практической деятельности ожидает как разнообразие новых методов и подходов, так и разнообразие клиентов и контекстов в индустрии программного обеспечения [И16]. Поэтому практикующие программные инженеры должны противостоять бизнес-необходимости постоянной инновации и построить соответствующую будущую культуру рабочей силы [И2].

Этот разрыв из-за высоких требований со стороны промышленности к высококвалифицированным свежим выпускникам и отсутствием достаточного опыта практической деятельности у последних осложняется еще и тем, что будущим выпускникам не хватает уверенности и готовности к труду в IT-индустрии [И3].

В исследованиях отмечается, что этот разрыв начинает формироваться на первоначальном этапе обучения студентов. Авторы [И64] указывают, что значительный процент студентов первого курса имеет трудности в

приобретении даже начальных знаний и навыков разработки программного обеспечения, а также в преодолении трудностей, связанных с изучением самого процесса. При этом основной проблемы назван не недостаток общего интеллектуального потенциала студентов, а весьма существенные недостатки в определенных базовых компетенциях. Для устранения этих недостатков отобраны 27 компетенций, формирование которых у первокурсников, на наш взгляд, позволит быстрее адаптировать их к специфике обучения.

В научно-исследовательской работе [И40] определены семь возможностей для формирования основных компетенций у студентов ПИ. Они покрывают большинство областей знаний SWEBOOK v.3 [5]. Также их можно рассматривать как рекомендации по совершенствованию учебных программ по инженерии программного обеспечения.

В работах [И2, И22, И34, И42, И50] акцентируется необходимость развивать у студентов ПИ междисциплинарные навыки, работая в малых группах или командах. Одновременно с этим указывается на необходимость формирования у обучаемых навыков межличностного общения, что особенно актуально в контексте интернационализации образования ПИ [И70].

Среди компетенций, формированию которых уделяется недостаточно внимания в ОИПО, авторы исследований выделяют: сбор требований и анализ [И30], юзабилити-тестирование [И21], измерение программного обеспечения [И67], манипуляции с большими наборами данных [И60].

Внедрение крупных IT-проектов в виде "Capstone Project" признано условием для формирования устойчивых навыков (профессиональных, коммуникационных, управленческих и пр.) у старшекурсников программной инженерии [И50].

Выпускники программы инженерии программного обеспечения должны в течение своей дальнейшей практической деятельности обладать достаточной квалификацией в постоянно меняющемся окружении методов и технологий ПИ. Поэтому авторы исследования [И61] указывают, что постоянно растет необходимость замены или расширения университетской лекции на имитацию программных проектов. Такой опыт семинаров на университетском уровне будет поддерживать обучение выпускников программной инженерии на протяжении всей жизни.

Таким образом, первичные публикации по тематике формирования и актуализации компетенций инженеров программного обеспечения идентифицируют недостатки на всех этапах обучения специалистов этого сектора IT-индустрии и предлагают пути их устранения.

Анализ научно-исследовательских работ, выполненных в европейских университетах, показал следующее. 26,3% из них посвящены вопросам формирования компетенций в соответствии со стандартом CWA 16234-2:2010 D/E/F [14] и EQF (The European Qualifications Framework for Lifelong Learning) [16]. Однако не обнаружено публикаций в областях C (Запуск), D (Адаптация) и E (Управление).

Таким образом, в последующих систематических обзорах литературы по ОИПО необходимо будет сконцентрировать внимание на результатах внедрения CWA 16234-2:2010 D/E/F в образование программных инженеров.

Результаты изучения *ИБЗ* выявляют проблемы в образовании инженерии программного обеспечения и показывают возможные направления сокращения разрыва между ожиданиями IT-индустрии и подготовкой инженеров ПО.

Анализ научно-исследовательских работ первичного потока показывает, что необходим новый подход к ОИПО, который комбинирует различные методики обучения (лекции, разработку проекта и критическое мышление) [И16, И61, И72] и внедрение в практику обучения крупных "Capstone IT-проектов" [И50].

Один из путей разрешения проблем ОИПО состоит в постоянной актуализации учебных программ по программной инженерии и их адаптации к быстро меняющимся требованиям отрасли. Научно-исследовательские работы из категории II (Curriculum & SWEBOOK и образовательные программы) рассматривают такие варианты решения проблем ОИПО:

- учебная программа с наличием "Senior projects", которые характерны промышленным участием и выполняют функции "Capstone course" [И14, И15].

- учебные программы экспериментального обучения, в которых усилена проектная составляющая (групповой проект, даже если он не является частью официального курса [И22], реальный "Capstone проект" [И48], для

программы уровня "Master of SE" единый проект ПИ в качестве основы для связанных проектов в последовательности обязательных и факультативных курсов [И59]);

- учебная программа с ориентацией на подготовку "победителей для образования и исследований" [И57];

- учебная программа с расширенной тематикой измерения программного обеспечения [И67].

Работы, исследовавшие PBL-подход, выделяют проблемы и предлагают некоторые варианты их решения относительно методики в целом [И65] и при обучении различным этапам жизненного цикла (ЖЦ) программной системы:

- сбор и анализ требований [И1, И30];
- проектирование и реализация [И41];
- тестирование [И21].

В категории научно-исследовательских работ, изучавших проектно-ориентированный подход, авторы обсуждают проблемы ОИПО и способы их решения, а именно:

- применение методик обучения, используя опыт других инженерных дисциплин (развитие навыков работы в команде с оценкой результатов совместной работы в команде и каждого члена сборной команды [И34, И43]; применение экспертных оценок в разработке проекта [И26]);

- связывание Agile-методологии и модели СММІ для улучшения качества программного обеспечения в процессе ОИПО [И2];

- совмещение ОИПИ и эмпирических исследований через курсы реальной клиентской команды [И9];

- методы прогнозирования эффективности обучения, требующего сыгранности практики групповой работы [И54];

- использование в рамках "Capstone course" Agile-методологии, социально-ориентированной предметной области и работы студентов в конкурентных командах для повышения мотивации студентов [И68];

- выполнение проектов в рамках курса "Global Software Engineering" с участием студентов различных стран [И25, И28] и предоставление ресурса для аналогичных долгосрочных глобальных программных инициатив [И28];

- использование проектов FLOSS (free/libre open source software) для выпол-

нения студентами в рамках проекта ролей на всех этапах ЖЦ проекта [И53].

Авторы работ, посвященных практико-ориентированному подходу, рассматривают:

- возможность применения в "Capstone course" программы "Master of SE" интенсивной тренерской процедуры на основе гибкой практики совместно с научно-исследовательской деятельностью для привлечения знаний учащихся и тренеров [И63];

- необходимость приближения спонсируемого промышленностью проекта к повседневной жизни и сообществам студентов-разработчиков путем согласования проекта со студенческим научным обществом [И27];

- модель оценки знаний студентов на основе реальных рыночных практик для рынка телекоммуникаций [И20].

Главным результатом исследований по проблемам IBL-подхода можно считать начало работ по реализации SEMAT (Software Engineering Methods and Theory). "Методы и теория программной инженерии" - это международная инициатива, которая ликвидирует разрыв между промышленностью, образованием и научными исследованиями. Вместо того, чтобы изучать разнообразный спектр методов разработки ПИ, ожидается обеспечение нового способа мышления для различных методов и подходов разработки программного обеспечения [И49].

Проблемы подготовки студентов "Программной инженерии" были исследованы не только в учебных заведениях, но также через опрос практикующих программных инженеров с целью определения уровня знаний программного обеспечения [И66]. Мнение специалистов IT-индустрии совпадает с результатами академических исследований, а именно:

- актуальной становится модель постепенной индустриализации образования ПИ с ориентированными на индустрию учебными программами [И62];

- студентам "Программной инженерии" необходим спонсируемый промышленностью экспериментальный проект с высокой степенью участия студентов [И27].

Таким образом, последующие систематические обзоры литературы по ОИПО должны быть сосредоточены на исследовании результатов осуществления инициативы SEMAT как основного регулятора разрыва между требованиями IT-индустрии и подготовкой программных инженеров.

4. Ограничения исследования

К главному ограничению нашего исследования следует отнести выбор английского языка как языка публикаций. Это, в свою очередь, повлияло на выбор соответствующих источников научно-исследовательских работ, основанный на стратегии поиска. Возможно, нами были пропущены некоторые важные исследования, опубликованные на других европейских языках. Еще одним ограничением является исключение нами из рассмотрения научных отчетов. Но благодаря использованной нами стратегии строгого поиска была получена выборка первичных исследований достаточного объема для проведения SMS. Также к ограничениям можно отнести собственный подход к классификации первичных исследований, кластеризация которых была выполнена в соответствии с предложенным набором категорий.

Заключение

Выполненное исследование литературы образования инженерии программного обеспечения (в виде Systematic Mapping Study) показало, как учебные заведения высшего образования реагируют на вызовы IT-индустрии с позиций требований к компетенциям будущих программных инженеров. Целью проведения этого исследования также являлось изучение изменений в ОИПО за 2010-2014 гг., по сравнению с состоянием 2010 г. На основании рекомендаций по проведению SLR/SMS была разработана стратегия поиска для нашего исследования. Ее использование позволило из 1520 исходных НИР выделить 72 релевантных цели исследования. Они были использованы при анализе и классификации научных публикаций в области ОИПО. Отобранные релевантные первичные исследования были классифицированы для определения изданий-лидеров в исследованиях в области ОИПО, а также для выявления изменений публикационной активности за последние пять лет.

9 журналов и 38 конференций опубликовали работы по ОИПО. Лидером по количеству публикаций среди журналов стал "IEEE Software", а конференция CSEET осталась ведущим каналом публикаций, как и в 2010 г. [11].

Сравнение тематики первичных исследований в нашей статье с тематикой в SMS 2010 г. [11] показало рост за период 2010-2014 гг. количества публикаций о проектной

деятельности при обучении студентов ПИ. Анализ первичных исследований по предложенной нами тематической классификации выявил, что наибольшее внимание исследователей привлекли темы проблем обучения, учебных программ, а также навыков и компетенций.

Был выполнен анализ соответствие первичных исследований категории "Навыки и компетенции" областям знаний SWEBOOK v.3. Этот этап нашего исследования показал наличие публикаций только по 7 областям из 15. Далее мы классифицировали публикации этой категории на соответствие областям Европейской рамки ИКТ-компетенций 2.0. Результат

этой классификации показал, что европейские авторы ОИПО имеют большую перспективу исследований в этом направлении.

Кластеризация первичных исследований категории "Проблемы обучения" выявила четыре группы проблем в подготовки кадров для программной инженерии. Для каждой группы было построено распределение публикаций по предложенным в них способам устранения этих проблем.

Пространство поиска в нашем Systematic Mapping Study показано на рис. 11, б), в сравнении с SMS за 2010 г. [11] (см. рис. 11, а)).

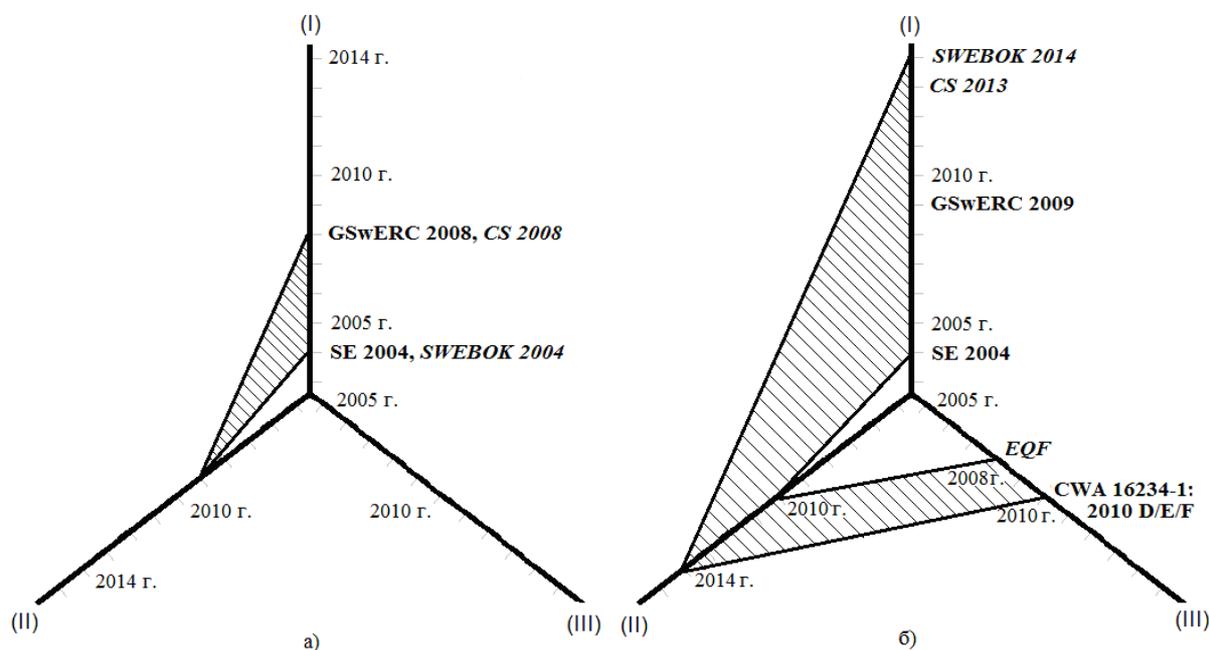


Рис. 11. Расширение пространства поиска Systematic Mapping Study

Оси соответствуют трем измерениям: "образование инженерии ПО" - "исследования по ОИПО" - "ИКТ-компетенции". На оси (I) представлены даты принятия основополагающих документов ОИПО. Ось (II) отображает временной диапазон публикации НИР, участвующих в SMS. Ось (III) связана с датами принятия международных документов по ИКТ-компетенциям.

Карты и таблицы, представленные в нашем SMS, могут быть полезны учебным заведениям в качестве методических пособий, так как содержат инновационные подходы в разработке или усовершенствовании учебных программ инженерии ПО с целью сокращения разрыва между теорией и практикой. Специалисты по программной инженерии смогут

найти информацию, чтобы в партнерстве с учебными заведениями постоянно актуализировать перечень навыков/компетенций программных инженеров и обновлять учебные программы для подготовки высококвалифицированных специалистов в условиях быстро меняющихся требований IT-индустрии. Для научных исследователей в нашем SMS выявлены новые темы для предстоящих исследований.

Наше SMS служит отправной точкой для дальнейших систематических исследований литературы по тем областям знаний SWEBOOK v.3 и областям Европейской рамки ИКТ-компетенций 2.0, которые не нашли отражения в первичных исследованиях 2010-2014 гг.

Список названий журналов и конференций

Список журналов

Акроним	Полное название
IEEE Sw	IEEE Software
IET Sw	IET Software
IEEE TE	IEEE Transactions on Education
JS&Sw	Journal of Systems and Software
C&E	Computers & Education
IJWBL&TT	International Journal of Web-Based Learning and Teaching Technologies
I&SwT	Information and Software Technology
IJOSw&P	International Journal of Open Source Software and Processes
JCSC	Journal of Computing Sciences in Colleges

Список конференций

Год	Акроним	Полное название
2010	ASWEC 10	21st Australian Software Engineering Conference
	ETCS 10	Second International Workshop on Education Technology and Computer Science
	ICCSE 10	5th International Conference on Computer Science and Education
	ICENT 10	International Conference on Educational and Network Technology
	ICSE 10	32nd ACM/IEEE International Conference on Software Engineering
	i-Society 10	International Conference on Information Society
	SoutheastCon 10	2010 IEEE SoutheastCon
	TEE 10	Transforming Engineering Education: Creating Interdisciplinary Skills for Complex Global Environments
2011	APSEC 11	18th Asia-Pacific Software Engineering Conference
	CSEE&T 11	24rd IEEE Conference on Software Engineering Education and Training
	EDUCON 11	IEEE Global Engineering Education Conference
	FIE 11	2011 IEEE Frontiers in Education Conference
	ICIS 11	10th IEEE/ACIS International Conference on Computer and Information Science
	ISCI 11	IEEE Symposium on Computers & Informatics
	MySEC 11	5th Malaysian Conference in Software Engineering
2012	APSEC 12	19th Asia-Pacific Software Engineering Conference
	CCECE 12	25th IEEE Canadian Conference on Electrical & Computer Engineering
	CECNet 12	2nd International Conference on Consumer Electronics, Communications and Networks
	CGAMES 12	17th International Conference on Computer Games: AI, Animation, Mobile, Interactive Multimedia, Educational & Serious Games
	CSEE&T 12	IEEE 25th Conference on Software Engineering Education and Training
	EduSymp 12	8th edition of the Educators' Symposium
	FIE 12	2012 IEEE Frontiers in Education Conference
	IS 12	6th IEEE International Conference Intelligent Systems
	SBES 12	26th Brazilian Symposium on Software Engineering
	SEAA 12	38th Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications
2013	CSEE&T 13	26th IEEE Conference on Software Engineering Education and Training
	FIE 13	2013 IEEE Frontiers in Education Conference
	ICSE 13	35th International Conference on Software Engineering
	LaTICE 13	2013 Learning and Teaching in Computing and Engineering
	CTGDSD 13	3rd International Workshop on Collaborative Teaching of Globally Distributed Software Development
	CLEI 13	XXXIX Latin American Computing Conference
	ICE-CCN 13	2013 International Conference on Emerging Trends in Computing, Communication and Nanotechnology
	ICCSE 13	8th International Conference on Computer Science & Education
2014	CSEE&T 14	27th IEEE Conference on Software Engineering Education and Training
	CSIT 14	6th International Conference on Computer Science and Information Technology
	EDUCON 14	IEEE Global Engineering Education Conference
	IIAIAI 14	IIAI 3rd International Conference on Advanced Applied Informatics
	SIGCSE 14	45th ACM technical symposium on Computer science education
	ICCSE 14	9th International Conference on Computer Science & Education

Публикации, включенные в обзор

- И1. Albakry K. & Kamalrudin M. Pair analysis of requirements in software engineering education. MySEC 11. P. 43-47.
- И2. Alkhatib G., Maamar Z., Issa G., Daoud D., Turani A. & Zaroor M.I. Incorporating innovative practices in software engineering education. EDUCON 11. P. 136-141.
- И3. Almi N.E.A.M., Rahman N.A., Purusothaman D. & Sulaiman S. Software engineering education: The gap between industry's requirements and graduates' readiness. ISCI 11. P. 542-547.
- И4. Al-Zaghoul F., Hudaib A. & Ahed M. Software Engineering Education in Jordan. CSIT 14. P. 127-132.
- И5. Ardis M., Bourque P., Hilburn T., Lasfer K., Lucero S., McDonald J., Pyster A. & Shaw M. Advancing Software Engineering Professional Education. IEEE Software. 2011. Vol. 28, № 4. P. 58-63.
- И6. Baar T. Improving software engineering education by modeling real-world implementations. EduSymp 12. P. 36-39.
- И7. Bagiampou M. & Kameas A. A Use Case Diagrams ontology that can be used as common reference for Software Engineering education. IS 12. P. 035-040.
- И8. Benabid A. & Al-Hudhud G. The synergy of engineering and research aspects in Software Engineering Education. CSEE&T 14. P. 44-48.
- И9. Boehm B. & Koolmanojwong S. Combining software engineering education and empirical research via instrumented real-client team project courses. CSEE&T 14. P. 209-211.
- И10. Bothe K., Jurca I., Budimac Z., Putnik Z., Ivanovic M., Nocovic N., Stoyanov S., Stoyanova-Doyceva A., Kalpic D., Zdravkova K., Jakimovski B. & Cico B. Maintaining quality of software engineering education by a shared repository of course materials in a multilateral setting. EDUCON 14. P. 539-543.
- И11. Bull C.N., Whittle J. & Cruickshank L. Studios in software engineering education: Towards an evaluable model. ICSE 13. P. 1063-1072.
- И12. Bull C.N. & Whittle J. Supporting Reflective Practice in Software Engineering Education through a Studio-Based Approach. IEEE Software. 2014. Vol. 31, № 4. P. 44-50.
- И13. Cardell-Oliver R., Zhang L., Barady R., Hai Lim Y., Naveed A. & Woodings T. Automated Feedback for Quality Assurance in Software Engineering Education. ASWEC 10. P. 157-164.
- И14. Chen C.-Y. & Chong P. P. Software engineering education: A study on conducting collaborative senior project development. Journal of Systems and Software. 2011. Vol. 84, № 3. P. 479-491.
- И15. Chen C.-Y. & Teng K.-C. The design and development of a computerized tool support for conducting senior projects in software engineering education. Computers & Education. 2011. Vol. 56, № 3. P. 802-817.
- И16. Chouseinoglou O. & Bilgen S. Introducing Critical Thinking to Software Engineering Education. Software Engineering Research, Management and Applications. Series: Studies in Computational Intelligence, 2014. V. 496. P. 183-195.
- И17. Cowling T. Model-driven development and the future of software engineering education. CSEE&T 13. P. 329-331.
- И18. Dechen Z., Lanshun N. & Xiaofei X. Computational Thinking and Its Impact on Software Engineering Education. Software Engineering Education for a Global E-Service Economy. Progress in IS. 2014. P. 29-40.
- И19. del Vado Virseda R. A learning methodology based on semantic tableaux for software engineering education. CSEE&T 11. P. 401-405.
- И20. dos Santos S.C. & Soares F.S.F. Authentic assessment in Software Engineering education based on PBL principles a case study in the telecom market. ICSE 13. P. 1055-1062.
- И21. dos Santos S.C., Monte A.C. & Rodrigues A. A PBL approach to process management applied to Software Engineering education. FIE '13. P. 741-747.
- И22. Emam A. Using game level design as an applied method for Software Engineering education. CGAMES 12. P. 248-252.
- И23. Fairley R.E.D., Bourque P. & Keppler J. The impact of SWEBOK Version 3 on software engineering education and training. CSEE&T 14. P. 192-200.
- И24. Fendler J. & Winschiers-Theophilus H. Towards contextualised software engineering education: an African perspective. ICSE 10. Vol. 1. P. 599-607.
- И25. Filipovikj P., Feljan J. & Crnkovic I. Ten tips to succeed in global software engineering education: What do the students say? CTGDS 13. P. 20-24.

- И26. Garousi V. Applying Peer Reviews in Software Engineering Education: An Experiment and Lessons Learned. *IEEE Transactions on Education*. 2010. Vol. 53, № 2. P. 182-193.
- И27. Georgas J.C. Software development as service to the student community: An experiential and high student involvement approach to software engineering education. *CSEE&T* 11. P. 434-438.
- И28. Gotel O., Scharff C. & Kulkarni V. Mixing continents, competences and roles: Five years of lessons for software engineering education. *IET Software*. 2012. Vol. 6, № 3. P. 199-213.
- И29. Griffin J. & Ryan K. Broadening the Education of Software Engineers — Some Lessons and Pointers. *TEE* 10. P. 1-12.
- И30. Hainey T., Connolly T.M., Stansfield M. & Boyle E.A. Evaluation of a game to teach requirements collection and analysis in software engineering at tertiary education level. *Computers & Education*. 2011. Vol. 56, № 1. P. 21-35.
- И31. Holguin O.E.P. & Valbuena A.S. Design, construction and implementation of a professional education program of software engineering: Design curriculum experience for the software industry. *CLEI* 13. P. 1-12.
- И32. Hong W., Tao W. & Shenglong T. The reform and exploration on education model of software engineering talents. *ICCSE* 10. P. 1932-1934.
- И33. Ito Y., Hazeyama A., Morimoto Y., Kaminaga H., Nakamura S. & Miyadera Y. A Method for Detecting Bad Smells and ITS Application to Software Engineering Education. *IIAIAAI* 14. P. 670-675.
- И34. Jian C., Guoyong Q., Liu Y., Li Z. & Gang L. Assessing Teamwork Performance in Software Engineering Education: A Case in a Software Engineering Undergraduate Course. *APSEC* 11. P. 17-24.
- И35. Kajko-Mattsson M. Towards a mobile software engineering education. *i-Society* 10. P. 529-535.
- И36. Kamthan P. An Exploration of the Social Web Environment for Collaborative Software Engineering Education. *International Journal of Web-Based Learning and Teaching Technologies*. 2011. Vol. 6, № 2. P. 18-39.
- И37. Kamthan P. A Perspective on Software Engineering Education with Open Source Software. *International Journal of Open Source Software and Processes*. 2012. Vol. 4, № 3. P. 13-25.
- И38. Kropp M. & Meier A. New sustainable teaching approaches in software engineering education. *EDUCON* 14. P. 1019-1022.
- И39. Lee J. & Cheng Y.C. Change the face of software engineering education: A field report from Taiwan. *Information and Software Technology*. 2011. Vol. 53, № 1. P. 51-57.
- И40. Lee J., Liu A., Yu C.C., Shang-Pin M. & Shin-Jie L. Execution Plan for Software Engineering Education in Taiwan. *APSEC* 12. Vol. 1. P. 749-753.
- И41. Lehrfeld M., Barrett M. & Smith S. Security for software engineering education. *Journal of Computing Sciences in Colleges*. 2013. Vol. 29, № 2. P. 169-175.
- И42. Liem I., Asnar Y., Akbar S., Mulyanto A. & Widyani Y. Reshaping software engineering education towards 2020 engineers. *CSEE&T* 14. P. 171-174.
- И43. Mamei A., Todtenhoefer R. & Petkovic D. Work in progress — Elassy: Online tool for teamwork analysis and assessment in software engineering education. *FIE* 11. P. T1H-1-T1H-3.
- И44. Moreno A.M., Sánchez-Segura M.-I., Medina-Dominguez F. & Carvajal L. Balancing software engineering education and industrial needs. *Journal of Systems and Software*. 2012. Vol. 85, № 7. P. 1607-1620.
- И45. Moreno A.M., Sánchez-Segura M.-I., Medina-Dominguez F. & Cuevas G. Process Improvement from an Academic Perspective: How Could Software Engineering Education Contribute to CMMI Practices? *IEEE Software*. 2014. Vol. 31, № 4. P. 91-97.
- И46. Motta G., Sacco D. & You L. Enterprise Oriented Software Engineering Education: A Framework for Employability. *Software Engineering Education for a Global E-Service Economy. Progress in IS*. 2014. P. 83-92.
- И47. Mottok J. & Gardeia A. The Regensburg Concept of P-Seminars — How to organize the interface between secondary school and university education to create a didactic cooperation between teaching and learning of Software Engineering with Lego Mindstorms NXT Embedded Robot Systems. *EDUCON* 11. P. 917-920.

- И48.Neyem A., Benedetto J.I. & Chacon A.F. Improving software engineering education through an empirical approach: lessons learned from capstone teaching experiences. SIGCSE 14. P. 391-396.
- И49.Ng P.-W. & Huang S. Essence: A framework to help bridge the gap between software engineering education and industry needs. CSEE&T 13. P. 304-308.
- И50.Nguyen D.M., Truong T.V. & Le N.B. Deployment of Capstone Projects in Software Engineering Education at Duy Tan University as Part of a University-Wide Project-Based Learning Effort. LaTiCE 13. P. 184-191.
- И51.Ning L., Qi L. & Zhi-peng Z. The Design of the Software Engineering Education Platform. ETCS 10. Vol. 1. P. 781-784.
- И52.Offutt J. Putting the Engineering into Software Engineering Education. IEEE Software. 2013. Vol. 30, № 1. P. 96-98.
- И53.Papadopoulos P.M. & Stamelos I.G. Enhancing software engineering education through open source projects: Four years of students' perspectives. Education and Information Technologies. 2013. Vol. 18, № 2. P. 381-397.
- И54.Petkovic D., Okada K., Sosnick M., Iyer A., Shenhaochen Z., Todtenhoefer R. & Shihong H. Work in progress: A machine learning approach for assessment and prediction of teamwork effectiveness in software engineering education. FIE 12. P. 1-3.
- И55.Peixoto D.C.C., Possa R.M., Resende R.F. & Pádua C.I.P.S. An overview of the main design characteristics of simulation games in Software Engineering education. CSEE&T 11. P. 101-110.
- И56.Pratheesh N. & Devi T. Influence of learning analytics in software engineering education. ICE-CCN 13. P. 712-716.
- И57.Qi Li & Boehm B.W. Making winners for both education and research: Verification and validation process improvement practice in a software engineering course. CSEE&T 11. P. 304-313.
- И58.Razali R. & Zainal D.A.P. Assessing Students' Acceptance of Case Method in Software Engineering Education – A Survey. Procedia - Social and Behavioral Sciences. 2013. Vol. 93. P. 1562-1568.
- И59.Roshandel R., Gilles J. & LeBlanc R. Using community-based projects in software engineering education. CSEE&T 11. P. 472-476.
- И60.Schots M., Werner C. & Mendonca M. Awareness and Comprehension in Software/Systems Engineering Practice and Education: Trends and Research Directions. SBES 12. P. 186-190.
- И61.Schumm M., Soska A., Joseph S., Reschke M., Mottok J., Niemetz M. & Schroll-Decker I. Comparison of frontal lecture and workshop learning arrangements in a software engineering education project. EDU-CON 14. P. 652-658.
- И62.Shu L., Peijun M. & Dong L. The Exploration and Practice of Gradually Industrialization Model in Software Engineering Education - A Factual Instance of the Excellent Engineer Plan of China. CSEE&T 12. P. 23-31.
- И63.Stettina C.J., Zhao Z., Back T. & Katzy B. Academic education of software engineering practices: towards planning and improving capstone courses based upon intensive coaching and team routines. CSEE&T 13. P. 169-178.
- И64.Thurner V., Bottcher A. & Kamper A. Identifying base competencies as prerequisites for software engineering education. EDU-CON 14. P. 1069-1076.
- И65.Tian K., Cooper K. & Zhang K. Improving Software Engineering Education through Enhanced Practical Experiences. ICIS 11. P. 292-297.
- И66.Villavicencio M. & Abran A. The necessary software measurement knowledge in software engineering education from the practitioners' point of view. CCECE 12. P. 1-5.
- И67.Villavicencio M. & Abran A. Software Measurement in Software Engineering Education: A Delphi Study to Develop a List of Teaching Topics and Related Levels of Learning. SEAA 12. P. 357-362.
- И68.Watkins K.Z. & Barnes T. Competitive and agile software engineering education. SoutheastCon 10. P. 111-114.
- И69.Weissberger I., Qureshi A. & Qureshi A. Delivering software engineering education through LEGO robotics. ICCSE 14. P. 169-176.
- И70.Weiwei X. Exploration on internationalizing software engineering education. CECNet 12. P. 2585-2588.
- И71.Xiubo L., Qichun H. & Xiaohu Y. Practice training based software engineering education mode cooperating with known enterprises. ICCSE 13. P. 30-33.
- И72.Yadav S.S. & Jianbing X. Integrated project based learning in software engineering education. ICENT 10. P. 34-36.

Список литературы

1. *Software Engineering 2004*. Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Software Engineering. IEEE & ACM JTFCC. August 23, 2004. URL: <http://sites.computer.org/ccse/SE2004Volume.pdf> (дата обращения: 04.02.2015).
2. *Рекомендации по преподаванию программной инженерии и информатики в университетах*. М.: ИНТУИТ.РУ "Интернет-Университет Информационных Технологий", 2007. 462 с.
3. *Graduate Software Engineering 2009 (GSWE2009)*. Curriculum Guidelines for Graduate Degree Programs in Software Engineering. Version 1.0. Stevens Institute of Technology. September 30, 2009. URL: http://www.gswE2009.org/fileadmin/files/GSWE2009_Curriculum_Docs/GSWE2009_version_1.0.pdf (дата обращения: 04.02.2015).
4. *Computer Science Curricula 2013* Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Science December 20, 2013. IEEE & ACM JTFCC. URL: <http://www.acm.org/education/CS2013-final-report.pdf> (дата обращения: 04.02.2015).
5. *Guide to the Software Engineering Body of Knowledge*. Version 3.0, IEEE Computer Society. 2014. URL: <http://www.computer.org/web/swebok/v3> (дата обращения: 04.02.2015).
6. *Kitchenham B.* Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. EBSE Technical Report. Keele University & Department of Computer Science University of Durham. 2007. 57 p.
7. *Afzal W., Torkar R. & Feldt R.* A Systematic Mapping Study on Non-Functional Searchbased Software Testing. SEKE. 2008. Vol. 8. P. 488-493.
8. *Mohi-Aldeen S.M., Deris S., Mahamad R.* Systematic Mapping Study in Test Case Generation. New Trends in Software Methodologies, Tools and Techniques. 2014. P. 703-720.
9. *Nascimento D.M., Cox K., Almeida T. et al.* Using Open Source Projects in software engineering education: A systematic mapping study. FIE 13. P. 1837-1843.
10. *Cravero A. & Sepúlveda S.* Multidimensional Design Paradigms for Data Warehouses: A Systematic Mapping Study. Journal of Software Engineering and Applications. 2014. № 7. P. 53-61.
11. *Malik B. & Zafar S.* A Systematic Mapping Study on Software Engineering Education. International Scholarly and Scientific Research & Innovation. 2012. Vol. 6, № 11. P. 1974-1984.
12. *Сидорова Н.М.* Навчання інженерії програмного забезпечення – систематичний огляд літератури. Інженерія програмного забезпечення. 2011. № 2(6). с. 57-68.
13. *Qadir M.M., Usman M.* Software Engineering Curriculum: A systematic mapping study. MySEC 11. P. 269–274.
14. *Европейская рамка ИКТ-компетенций 2.0*. Ч. 1. Общая европейская рамка компетенций ИКТ-специалистов для всех секторов индустрии. Соглашение рабочей группы CEN. М.: РОССТАНДАРТ. Группа МКС 13.340.40, 2011. 78 с.
15. *Ellis H.J.C., Demurjian S.A. & Naveda J.F.* Software Engineering: Effective Teaching and Learning Approaches and Practices. New York. Information Science Reference. 2008. P. 1-404.
16. *The European Qualifications Framework for Lifelong Learning*. URL: http://ec.europa.eu/ploteus/sites/eaceqf/files/leaflet_en.pdf (дата обращения: 04.02.2015).

Software Engineering Education: a systematic mapping study

N.N. Datsun

Perm State University, Russia, 614990, Perm, Bukirev st., 15
nndatsun@inbox.ru; (342) 239-67-72

The problem of bridging the gap between Software Engineer Education (SEEd) and IT industry requirements is discussed. Review of scientific publications 2010-2014 years in the form of Systematic Mapping Study (SMS) to find the solution of improvement in SEE. is made to find a solution 2010-2014 years in the form of Systematic Mapping Study (SMS) to find the solution of improvement in SEEd. 72 publications were selected and classified. It is established that the biggest part of researchers were devoted to the problems of software engineer's education. Proposed solutions of these problems were researched.

Key words: *Software Engineering; Software Engineering Education; systematic mapping study.*