

УДК 378.046.4

doi:10.18720/SPBPU/2/id23-107

*Селедцова Инна Алексеевна*<sup>1,2</sup>,

научный сотрудник, старший преподаватель;

*Кузьмичев Андрей Алексеевич*<sup>3</sup>,

инженер-исследователь

## **ТИРАЖИРОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДХОДОВ СИСТЕМНОГО ИНЖИНИРИНГА В ОБУЧЕНИИ СПЕЦИАЛИСТОВ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ ПАРТНЕРОВ**

<sup>1</sup> Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Лаборатория «Цифровое моделирование промышленных систем» Центра НТИ СПбПУ,

<sup>2</sup> Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Высшая школа киберфизических систем и управления Института компьютерных наук и технологий СПбПУ,

<sup>1,2</sup> seledtsova\_ia@spbstu.ru;

<sup>3</sup> Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Лаборатория «Промышленные системы потоковой обработки данных» Центра НТИ СПбПУ,

andrey.kuzmichev@spbpu.com

**Аннотация.** Современное инженерное образование требует использования наиболее эффективных подходов к организации как теоретической, так и практической части. Цель работы — провести сравнение трех подходов (problem-based learning, case-study learning, challenge-based learning). В работе приводится вариант комбинации рассмотренных подходов в рамках одной образовательной программы, разработанный с учетом особенностей каждого подхода и особенностей подготовки специалистов в области системного инжиниринга с привлечением промышленных партнеров.

**Ключевые слова:** системный инжиниринг, проектирование образовательных программ, проблемно-ориентированное обучение, обучение через вызов, кейс-обучение.

*Inna A. Seledtsova*<sup>1, 2</sup>,  
Researcher, Senior Teacher;  
*Andrey A. Kuzmichev*<sup>3</sup>,  
Research Engineer

## **DISTRIBUTION OF THE SYSTEM ENGINEERING APPROACHES IN TRAINING SPECIALISTS OF INDUSTRIAL PARTNERS**

<sup>1</sup> Laboratory of Digital Modeling of Industrial Systems of the SPbPU National Technology Initiative Center for Advanced Manufacturing Technologies, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia,

<sup>2</sup> Higher School of Cyber-Physical Systems and Control, Institute of Computer Science and Technologies, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia; <sup>1, 2</sup> seledtsova\_ia@spbstu.ru;

<sup>3</sup> Laboratory of Industrial Systems for Streaming Data Processing of the SPbPU National Technology Initiative Center for Advanced Manufacturing Technologies, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia, andrey.kuzmichev@spbpu.com

**Abstract.** Modern engineering education requires the use of the most effective approaches to the organization of both theoretical and practical parts. The purpose of the research is to compare three approaches (problem-based learning, case-study learning, challenge-based learning). The paper presents a variant of the combination of the considered approaches within the framework of one educational program, developed considering the peculiarities of each approach and the peculiarities of training specialists in the field of system engineering with the involvement of industrial partners.

**Keywords:** system engineering, design of educational programs, problem-based learning, challenge-based learning, case-study learning.

### **Введение**

Обучение действующих инженеров передовым технологиям — одна из приоритетных задач как основного, так и дополнительного профессионального образования [1]. В рамках проекта «Передовые инженерные школы» в Санкт-Петербургском политехническом университете Петра Великого запланирована разработка целого ряда фронтальных образовательных программ [2]. Часть из этих программ (как основных, так и дополнительных) подразумевает обучение индустриальных партнеров методологии и инструментам системного и цифрового инжиниринга специалистами лаборатории «Промышленные системы потоковой обработки данных». В ходе определения формата и содержания программ специалисты лаборатории столкнулись с современными вызовами образовательного процесса, среди которых стоит отметить: необходимость целесообразного использования контактного времени с преподавателем, привлечение в образовательный процесс представителей компаний, приме-

нение разных подходов к получению практических навыков в рамках образовательного процесса [3]. В рамках данной работы рассмотрим прежде всего формат организации практической подготовки инженеров.

## **1. Постановка задачи**

### **1.1. Описание предметной области**

В последние годы в практической части образовательного процесса широкое распространение получили такие инструменты как решение кейсов, выполнение проектов и т. д. [4]. Строго говоря, можно выделить ряд подходов:

- problem-based learning (проблемно-ориентированное обучение),
- challenge-based learning (обучение через вызов),
- case-study learning (обучение через анализ конкретных учебных ситуаций),
- place-based learning (обучение через привязку к конкретному месту решения аутентичной проблемы) [5],
- design-based learning (обучение через создание, проектирование, дизайнерскую работу) [6],
- activity-based learning (обучение через реальную практику) [7].

Все упомянутые подходы имеют свои ограничения и особенности применения. В рамках работы рассмотрим первые три подхода (problem-based, challenge-based и case-study learning), так как они, как показывает опыт разработки образовательных программ авторов, имеют наибольший потенциал к использованию в обучении инженеров в инфраструктурных возможностях вуза.

### **1.2. Определение проблемы**

При разработке образовательных программ встает вопрос о том, как выбрать правильный подход при проектировании практической части образовательного процесса. В работе приводится попытка определить сильные и слабые стороны разных подходов и предложить вариант использования подходов при реализации образовательных программ в рамках Передовой инженерной школы «Цифровой инжиниринг» (СПбПУ).

## **2. Выбор подходов для разработки образовательных программ**

### **2.1. Сравнение подходов**

В таблице 1 приведено сравнение трех подходов в контексте их использования при практической подготовке инженеров в области системного инжиниринга. Рассмотрим некоторые ключевые моменты подробнее.

## Сравнение подходов к обучению

Название подхода	Описание	Преимущества	Недостатки
Problem-based learning	Проблемно-ориентированное обучение. Может быть реализовано в рамках одной темы.	Аутентичная проблема в основе обучения (как правило, из той же области, в которой потом с проблемой столкнется обучаемый)	Высокий уровень самоанализа уровня владения знаниями, навыками, умениями
Challenge-based learning	Обучение через вызов Ориентировано на цикл занятий (несколько взаимно связанных тем)	Реальная проблема (например, от компаний)	Необходимость «фильтра» сложности заданий
Case-study learning	Обучение через анализ конкретных учебных ситуаций Может быть реализовано в рамках одного занятия (для одной темы)	Аутентичная проблема, но с акцентом на поиск решения (иногда из смежных отраслей)	Много допущений, сложно прописать сценарий

Problem-based learning (проблемно-ориентированное обучение). Суть данного подхода заключается в том, что в ходе образовательного процесса слушатели получают проблему, для решения которой им необходимо проанализировать собственные знания, навыки и умения, определить разрыв и обратиться к преподавателю и/или теоретическим материалам для устранения данного разрыва. Сама проблема представляет собой аутентичную ситуацию, то есть такую, которая повторяет реальную ситуацию из практики инженера, но не подразумевает наличие только одного правильного решения (при этом количество вариантов таких решений конечно). Как правило, такая проблема касается конкретных рабочих функций и не требует рассмотрения «соседних» процессов и операций.

Challenge-based learning (обучение через вызов). Суть данного подхода заключается в том, что слушатели получают слабоструктурированную проблему, максимально приближенную к реальной рабочей ситуации. В ходе образовательного процесса слушателям необходимо структурировать проблему (определить и уточнить недостающие детали) и при помощи имеющихся компетенций предложить решение. Сама проблема охватывает широкий спектр процессов, в которых задействован специалист в реальной практике. При этом в процессе решения у слушателей могут возникать запросы на получение дополнительных знаний и навыков, которые не рассматриваются в рамках образовательного про-

цесса, поэтому при реализации обучения через вызов целесообразно привлекать наставников, профильных экспертов.

Case-study learning (обучение через анализ конкретных учебных ситуаций). Суть данного подхода заключается в том, что для образовательного процесса разрабатывается набор кейсов, которые моделируют конкретную рабочую ситуацию, имеют единственное правильное решение. При этом сами проблемы в таких кейсах описываются с большим количеством допущений и требуют тщательной проработки сценариев. То есть, в отличие от предыдущих двух подходов, проблема должна быть изначально четко структурирована.

## 2.2. Реализация подходов в образовательном процессе

На основании выявленных особенностей реализации каждого из подходов к практической части образовательного процесса был предложен вариант применения подходов в рамках реализации программ дополнительного образования в области системного инжиниринга (рис. 1).

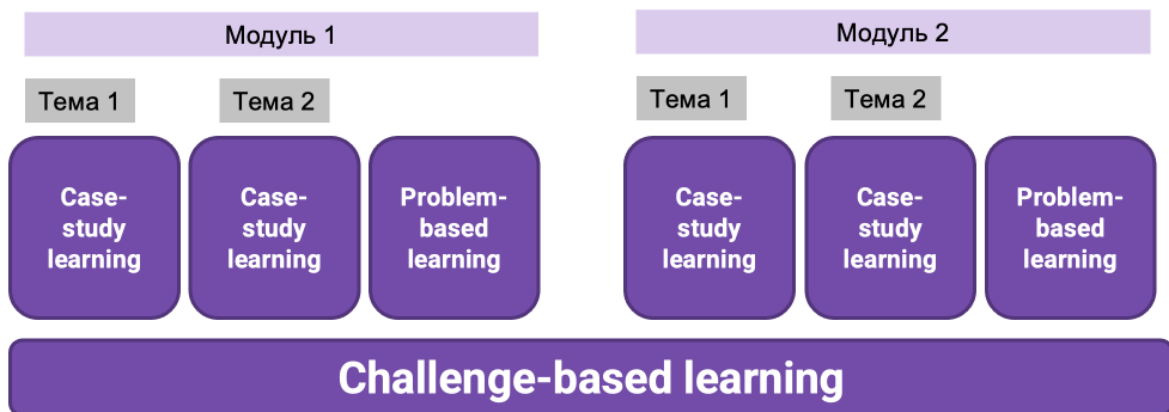


Рис. 1. Распределение подходов в рамках образовательного процесса

Так, в рамках каждой темы предполагается решение конкретных проблем (case-study learning), требующих получения правильного решения и ведущих к получению специфических знаний и умений. В рамках каждого модуля подразумевается использование проблемно-ориентированного обучения: то есть решение аутентичной проблемы с использованием материалов модуля. При этом сама проблема раскрывается слушателям в начале модуля, а решение принимается в конце модуля. При этом через весь образовательный процесс проходит сквозная проблема, требующая рассмотрения широкого спектра вопросов, анализа смежных процессов. Поиск решения предполагает наличие наставника, а защита решения является выпускной работой слушателей.

На рисунке 2 приведены источники формирования проблем для их использования в образовательном процессе.

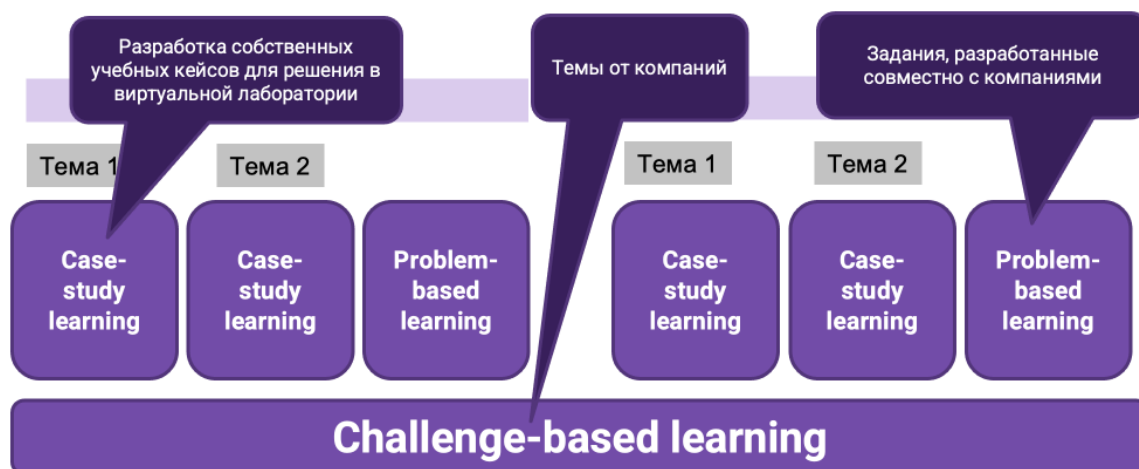


Рис. 2. Источники проблем для решения в ходе образовательного процесса

Предложенная комбинация подходов будет апробирована на программах дополнительного профессионального образования «Методология системного инжиниринга в управлении жизненным циклом разработки сложных технических систем» и «Инструментальные средства тестирования программных платформ в области системного и цифрового инжиниринга» (СПбПУ).

### Заключение

В работе были рассмотрены подходы к организации практической подготовки в рамках образовательного процесса: *problem-based learning*, *challenge-based learning*, *case-study learning*. Было приведено сравнение подходов, а также предложен вариант комбинации подходов при подготовке инженеров в области системного и цифрового инжиниринга.

### Список литературы

1. Указ Президента от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года».
2. Сайт Передовой инженерной школы «Цифровой инжиниринг» (СПбПУ): [Электронный ресурс]. – URL: <https://pish.spbstu.ru/> (дата обращения: 10.11.2022).
3. Симоньяц Р.П. Проблемы инженерного образования и их решение с участием промышленности // *Машиностроение и компьютерные технологии*. – 2015. – № 3.
4. Редько С.Г., Цветкова Н.А., Селедцова И.А. Подход к подготовке специалистов с учетом вызовов цифровой экономики (на примере обучения проектной деятельности). – 2019. – № 12.
5. Morawski С.М. Teaching students in place: the languages of third space learning // *Cultural Studies of Science Education*. – 2017. – № 12 (3). – Pp. 555–564.
6. Jessup E., Sumner T. Design-based learning and the participation of women in IT frontiers // *Journal of Women Studies*. – 2005. – № 26 (1). – Pp. 141–147.
7. Macdonald J., Twining P. Assessing activity-based learning for a networked course // *British Journal of Educational Technology*. – 2002. – № 33 (5). – Pp. 603–618.