

УДК 378.4

doi:10.18720/SPBPU/2/id23-485

*Чёрненко́й Андрей Влади́мирович*<sup>1</sup>,

доцент, канд. экон. наук;

*Сушников Виктор Александрович*<sup>2</sup>

доцент, канд. технич. наук

## **СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД ПРИ РАЗРАБОТКЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ В ОБЛАСТИ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ**

<sup>1,2</sup> Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский  
политехнический университет Петра Великого,  
<sup>1</sup> andrey@qmd.spbstu.ru, <sup>2</sup> sushnikov\_va@spbstu.ru

*Аннотация.* Системный подход представляет одну из форм методологического знания, связанного с исследованием, проектированием и конструированием объектов как систем. При проектировании образовательных программ используются разные принципы системного подхода. В данной работе рассмотрено совмещение нескольких принципов современного образования: элементов геймификации и элементов проектной деятельности. Цель геймификации обучения состоит в том, чтобы обеспечить максимальную вовлеченность обучающихся. В настоящее время всё большее внимание уделяется внедрению проектной деятельности в образовательный процесс. Особое внимание проектной деятельности уделяют в сфере инженерного образования. Это вызвано необходимостью в молодых специалистах, способных решать сложные, нестандартные инженерно-технические задачи. Процесс внедрения реализуется в разных видах: от постановки индивидуальных или групповых заданий в программе дисциплины до организации работы над проектами в рамках отдельных выделенных дисциплин. В работе рассмотрены примеры реализации проектной деятельности на базе образовательной программы дополнительного образования «Космическое моделирование».

*Ключевые слова:* системный подход, геймификация, проектная деятельность, образовательная программа, космическое моделирование, Kerbal Space Program, KSP.

*Andrei V. Chernenkii*<sup>1</sup>,  
Associate Professor, Candidate of Economic Sciences;  
*Viktor A. Sushnikov*<sup>2</sup>,  
Associate Professor, Candidate of Technical Sciences

## A SYSTEMATIC APPROACH TO THE DEVELOPMENT OF EDUCATIONAL PROGRAMS IN THE FIELD OF TECHNIQUES AND TECHNOLOGIES

<sup>1,2</sup> Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,  
St. Petersburg, Russia, <sup>1</sup> andrey@qmd.spbstu.ru, <sup>2</sup> sushnikov\_va@spbstu.ru

**Abstract.** The system approach is one of the forms of methodological knowledge related to the research, design and construction of objects as systems. When designing educational programs, different principles of a systematic approach are used. This paper considers the combination of several principles of modern education: elements of gamification and elements of project activity. The goal of learning gamification is to ensure maximum student engagement. Currently, more and more attention is being paid to the implementation of project activities in the educational process. Special attention is paid to project activities in the field of engineering education. This is due to the need for young specialists capable of solving complex, non-standard engineering and technical tasks. The implementation process is implemented in different forms: from setting individual or group tasks in the discipline program to organizing work on projects within the framework of individual selected disciplines. The paper considers examples of the implementation of project activities based on the educational program of additional education “Space modeling”.

**Keywords:** system approach, gamification, project activity, educational program, space simulation, Kerbal Space Program, KSP.

### **Введение**

Среди общенаучных принципов построения образовательных программ все большее значение приобретает системный подход. Исследование системного подхода базируется на теоретических исследованиях и практических предпосылках, которые нашли отражение в трудах многих ученых. Термин «системный подход» вошел в научный обиход сравнительно недавно, менее полувека назад. Как отмечает И.В. Блауберг, «системный подход» представляет одну из форм методологического знания, связанного с исследованием, проектированием и конструированием объектов как систем. По своей природе он является междисциплинарным. Зарождение идей системного понимания педагогической действительности связано с именами таких ученых, как Я.А. Коменский, Д. Локк, И.Ф. Герbart, А. Дистервег и других. Системный подход при проектировании и реализации образовательных программ предполагает отношение к разрабатываемой программе как к системе, в которой представлена совокупность структурированных, взаимосвязанных между собой элемен-

тов. Такой подход, в отличие от традиционного предметного подхода, является более качественным и современным.

В данной работе рассмотрено совместное использование нескольких принципов современного образования: элементов геймификации и элементов проектной деятельности. В результате такого подхода возникает синергетический эффект: усиливающий эффект взаимодействия двух или более факторов, отличительная особенность которого заключается в том, что совместное действие факторов превосходит простую сумму действий каждого из указанных факторов.

### **Отличительные свойства предлагаемого подхода**

Как сказано выше, в данной работе при формировании образовательных программ в области техники и технологий предложено совместное использование элементов геймификации и элементов проектной деятельности. Принято выделять два вида образовательных программ: основные и дополнительные (ч. 2 ст. 12 ФЗ «Об образовании»). Основные образовательные программы — это образовательные программы, которые реализуются в рамках общего и профессионального образования, по профессиональному обучению. Дополнительные образовательные программы — это образовательные программы, которые реализуются в рамках дополнительного образования. Практическая реализация предложенного подхода рассмотрена на примере авторской образовательной программы дополнительного образования «Космическое моделирование».

Геймификация обучения — это образовательный подход, который направлен на повышение заинтересованности и мотивированности обучающихся путем использования дизайна видеоигр и игровых элементов в учебных средах. Цель состоит в том, чтобы максимизировать вовлеченность обучающихся. В рамках национального проекта «Цифровая экономика» предусмотрена модернизация системы образования в период до 2024 года. Проект предлагает встраивание в учебный процесс компьютерных игр, симуляторов (программно-аппаратных и аудиовизуальных средств).

При разработке образовательной программы «Космическое моделирование» был проведен анализ существующих на рынке космических симуляторов, одиночных и многопользовательских, платных и бесплатных: Anno 2205 — градостроительный симулятор о будущем, Kerbal Space Program — симулятор космических полетов с высоким потенциалом моделирования кораблей, исследования планет, реалистичной физикой, Space Engineers — симулятор, нацеленный на строительство баз, выживание, сражения в космосе, Star Conflict — симулятор, ориентированный на схватки с ботами и игроками, Dreadnought — командный экшен на кораблях и другие.

Анализ показал, что большинство симуляторов нацелены на футуристические звездолеты, войны, пиратство. Для образовательной программы требовался симулятор, ориентированный на пошаговое моделирование кораблей, использующих разнообразные модули, расчет орбит, имитацию вывода на орбиту, полета, посадку на другую планету, строительство баз и систем жизнеобеспечения.

В результате проведенного анализа был выбран Kerbal Space Program (KSP) — космический симулятор компании Squad, отличающийся подлинным реализмом, уникальностью игровой механики и физики, глубиной возможностей для творчества, увлекательностью, выразительностью графики и качественным звуком. Разработчики Kerbal Space Program сотрудничают с НАСА и SpaceX с целью создания образовательных программ. По оценкам специалистов KSP входит в ТОП-5 компьютерных симуляторов.

Образовательная программа «Космическое моделирование» разработана на базе космического симулятора Kerbal Space Program. Применение данного симулятора позволяет полноценно реализовать все аспекты образовательной программы, игровое освоение материала делает процесс обучения увлекательным, но при этом позволяет решать разные сложные задачи. Таким образом, была реализована первая составляющая разработки: использование выбранной компьютерной платформы позволило всю практическую работу обучающихся реализовать в игровом поле.

Второй составляющей является использование в разрабатываемой образовательной программе элементов проектной деятельности. Внедрение проектной деятельности в образовательные программы школ и университетов идет активно, что вызвано необходимостью развития у молодежи навыков решения сложных проектных задач. Результаты работ по этой теме собраны и опубликованы как в учебно-методических пособиях, так и в выпускных квалификационных работах студентов из разных городов страны [1–6]. За пределами России эта тема также активно изучается, о чем свидетельствуют многочисленные статьи о проектно-ориентированном обучении [7–10]. Основная часть примеров проектной деятельности в образовании за пределами России представлена в форме командных игр, в ходе которых школьники и студенты вузов получают практические знания и осваивают методы командной работы при разработке предложенных проектов. Многие научные статьи подтверждают высокую значимость реализации проектной деятельности на всех этапах образования [11–14].

Образовательная программа «Космическое моделирование» относится к инженерным образовательным программам нового поколения. Отличительная особенность программы — большой объём практических заданий, выполняемых на платформе космического симулятора Kerbal Space Program [15].

## Примеры реализованных проектов

Реализация разработанной программы «Космическое моделирование» с самого начала предполагала разработку обучающимися проектов, как одиночных, так и групповых.

Проект «Многофункциональная лунная база» — первый опыт в подготовке проекта в рамках образовательной программы «Космическое моделирование» с использованием космического симулятора Kerbal Space Program (2018 год). Была спроектирована полностью оборудованная лунная база со спутниками связи на орбите Луны (рис. 1).



Рис. 1. Ровер по добыче руды с последующей переработкой в топливо

Результаты проекта были доложены на Международных юношеских научных чтениях имени С.П. Королева, которые состоялись в феврале 2019 года в городе Троицке под эгидой государственной корпорации «Роскосмос» [16].

Проект «Мобильный комплекс по добыче руды и переработке её в топливо» — серьезный проект, в котором не только разработан и смоделирован комплекс, но и проведены все расчеты для обеспечения его работы.

Рассчитано энергопотребление всех подсистем и элементов мобильного комплекса:

$$Q_{sum} = \sum_{n=1}^8 m \times k_{On} \times Q_n, \quad (1)$$

где  $m$  — количество модулей,  $k$  — коэффициент, определяемый временем работы каждого модуля,  $Q_n$  — энергопотребление каждого модуля.

Общее количество энергии, которое может быть обеспечено солнечной панелью в течение  $\frac{1}{2}$  лунного месяца (лунный «день»), составляет:

$$P_{sp} = 28.4VA / sec \times Per = 33125760 \approx 33.1MVA / Per. \quad (2)$$

В темный период (лунная «ночь») в месте расположения системы единственным источником электрической энергии являются аккумуляторы. Очевидно, что безостановочная работа системы в течение лунной «ночи» невозможна. Потребление коммуникационной подсистемы в течение  $\frac{1}{2}$  лунного месяца составляет

$$Q_{ant} = Q_6 \times Per = 20,0 \times 1166400 = 23328000 BA \approx 23 MVA.$$

Таким образом, единственным решением является замена и подзарядка аккумуляторных батарей, которые могут быть предоставлены техническими специалистами из экипажа лунной базы.

Представленный проект мобильной производственной системы для превращения лунной руды в топливо может оказаться жизненно важным в обозримом будущем, когда строительство и эксплуатация лунных баз станут реальностью [17].

Проект «Историческая реконструкция полёта космического корабля Восход-2 и выхода в открытый космос лётчика-космонавта А.А. Леонова» воспроизводит точную реконструкцию данного полёта в компьютерном симуляторе KSP [18]. Фрагмент реализации проекта представлен на рисунке 2.

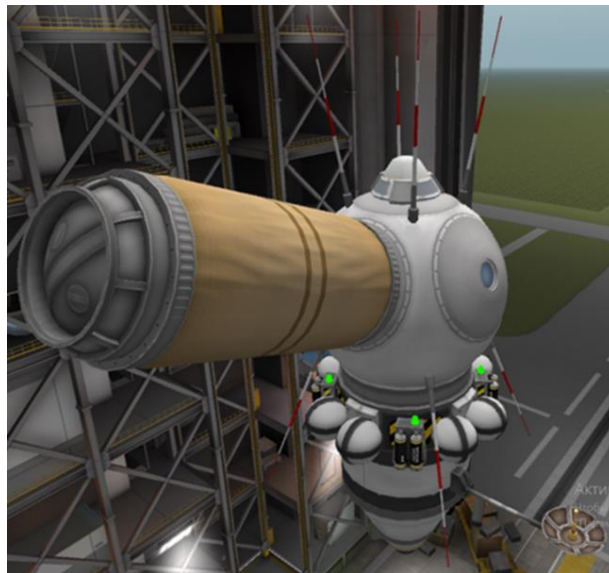


Рис. 2. Фрагмент реконструкции полёта космического корабля Восход-2

Впервые описание использования компьютерных симуляторов в образовательном процессе по программе «Космическое моделирование» было представлено на V Международной конференции по информационным технологиям в инженерном образовании ИНФОРИНО в 2020 году [19].

Проект «Топливодобывающий и заправляющий комплекс» является серьёзной доработкой проекта «Мобильный комплекс по добыче руды и переработке её в топливо». Были разработаны и смоделированы дополнительные модули комплекса [20].

В проекте «Изучение системы спутников газового гиганта» [21] приведены расчеты параметров полета с Земли на орбиту Юпитера, смоделирована оптимальная траектория полета к спутнику газовой планеты с использованием сил гравитационных полей космических объектов, определены технические характеристики космических аппаратов и оборудования для выполнения поставленной миссии, а также разработаны модели космических аппаратов в симуляторе KSP.

В проекте «Гелиоцентрическая орбитальная станция для исследования солнечных явлений» [22] смоделирована гелиоцентрическая станция, полет и выход на безопасную орбиту Солнца (рис. 3).



Рис. 3. Модель гелиоцентрической станции

Результаты внедрения проектной деятельности в инженерное образование на примере образовательной программы «Космические технологии» были представлены на VI Международной конференции по информационным технологиям в инженерном образовании ИНФОРИ-НО в 2022 году [23].

Разработанные решения могут быть использованы не только при разработке образовательных программ дополнительного образования, но и при разработке рабочих программ дисциплин и основных образовательных программ. Так, в дисциплине «Качество информационных систем и технологий» предполагается использование компьютерных симуляторов для моделирования бизнес-процессов предприятия и т. д. В дисциплине «Защита интеллектуальной собственности» обучающиеся выполняют проекты по подготовке полных комплектов доку-

ментов на подачу заявки для получения Свидетельства на программу для ЭВМ или другого охранного документа. Элементы геймификации вносят дискуссии, во время которых докладчик защищает свою разработку, а предполагаемые члены оценочной комиссии пытаются найти слабые стороны проекта.

### **Заключение**

В статье рассмотрены особенности системного подхода при проектировании образовательных программ, а также синергетический эффект совмещения элементов геймификации и элементов проектной деятельности. Практическая реализация предложенного подхода рассмотрена на примере авторской образовательной программы дополнительного образования «Космическое моделирование». Геймификация обеспечена использованием компьютерного симулятора KSP в качестве платформы образовательной программы, позволяющей всю практическую работу обучающихся реализовать в игровом поле. Разработанная программа предусматривает выполнение индивидуальных или групповых заданий в качестве проектов. Использование симулятора Kerbal Space Program позволяет без потери качества дополнять традиционные формы обучения имитационными технологиями и успешно выполнять различные проекты. Включение элементов проектной деятельности обеспечивает вовлеченность обучающихся, возможность реализации собственных проектов и достижения конкретных результатов. Обучающиеся получают не только навык выполнения проектов, но и возможность представления лучших проектов на конференциях и семинарах, что положительно сказывается на формировании портфолио и профессиональной ориентации обучающихся. В целом предложенный подход позволяет существенно повысить заинтересованность обучающихся, а также обеспечивает вовлеченность в разработку и реализацию индивидуальных или групповых проектов.

### **Список литературы**

1. Яковлева Н.Ф. Проектная деятельность в образовательном учреждении: учебное пособие. – 2-е изд. – М: ФЛИНТА, 2014. – 144 с.
2. Муштавинская И.В., Сизова М.Б. Методические рекомендации для руководителей общеобразовательных организаций и методических объединений учителей по организации проектной деятельности в рамках реализации Федерального государственного образовательного стандарта среднего образования. – М., 2021. – 52 с.
3. Амурская О.И. Рабочая программа дисциплины «Проектная деятельность» в системе образования. – Рязань: Рязанский государственный университет им. С.А. Есенина, 2019. – 20 с.
4. Проектное обучение. Практика внедрения в университетах / Под ред. Л.А. Евстратовой, Н.В. Исаевой, О.В. Лещурова. – М: Изд-во Университета НИУ ВШЭ, 2018. – 152 с.



5. Брашко Е.В. Разработка модели организации проектной деятельности в образовательном учреждении. – Екатеринбург: УГПУ, 2018. – 80 с. – URL: <http://elar.uspu.ru/bitstream/uspu/10207/2/16Brashko.pdf> (дата обращения: 08.10.2022).
6. Черняева О.Д. Проектная деятельность в системе дополнительного образования. – Екатеринбург: Уральский государственный педагогический университет, 2018. – 59 с. – URL: <http://elar.uspu.ru/bitstream/uspu/10236/2/16Chernyayeva.pdf> (дата обращения: 08.10.2022).
7. Абдо Р. 10+ примеров обучения на основе проектов для педагогов, 2020. – URL: <https://venngage.com/blog/project-based-learning-examples> (дата обращения: 08.10.2022).
8. Ковчег Т.В. Это проект или Деятельность? Проектное обучение и его аналоги. – 2016. – URL: <https://www.gettingsmart.com/2016/06/project-activity-pbl-cousins> (дата обращения: 11.10.2022).
9. Schutz R. Project-based learning: Benefits, examples, and resources. – 2021. – URL: <https://www.schoology.com/blog/project-based-learning-pbl-benefits-examples-and-resources> (дата обращения: 11.10.2022).
10. Абдрафикова А.Р., Ахмадуллина Р.М., Сингатуллова А.А. Реализация проектной и исследовательской деятельности в работе с одаренными детьми в условиях сетевого сотрудничества Школы и университета (региональный аспект) // Преподавание английского языка. – 2014. – Том 7, № 12. – С. 56–60. – DOI: 10.5539/elt.v7n12p54.
11. Glenn P. 5 Reasons the future of education is project based [5 Причин, по которым будущее образования основано на проектах]. – 2015. – URL: <https://medium.com/project-based-learning/5-reasons-the-future-of-education-is-project-based-d3287f940a9f> (дата обращения: 12.10.2022).
12. Алексеева О.В., Александрова Н.В., Скворцова Т.П. Мотивация студентов к проектной деятельности в современном университете // Европейский журнал социальных и поведенческих наук (EрSBS). – 2019. – С. 734-739. – DOI: 10.15405/epsbs.2020.08.02.96.
13. Хармер Н. Обзор литературы по обучению на основе проектов [Электронный ресурс]. – Великобритания: Плимутский университет, 2014. – 33 с. – URL: [https://www.plymouth.ac.uk/uploads/production/document/path/2/2733/Literature\\_review\\_Project-based\\_learning.pdf](https://www.plymouth.ac.uk/uploads/production/document/path/2/2733/Literature_review_Project-based_learning.pdf) (дата обращения: 12.10.2022).
14. Подковырова В.Н. Системный подход в проектировании учебно-методических комплексов // Педагогический университетский вестник Алтая. – 2003. – № 1, – С. 61-65.
15. Kerbal Space Program (описание). – URL: [https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=7&v=IdIr78zJF3Y](https://www.youtube.com/watch?time_continue=7&v=IdIr78zJF3Y) (дата обращения: 10.10.2022).
16. Парубчишин Е., Черненький А.В. Проектирование многофункциональной лунной базы // XV Международные молодежные научные чтения имени С.П. Королева. – Новая Москва – Троицк, Россия, 2019.
17. Desyatirikova E.N., Chernenkii A.V. Design of mobile manufacturing system for extraction of fuel from lunar soil // Proceedings 2019 International Russian Automation Conference (RusAutoCon). – Russia, Sochi, 2019. – DOI: 10.1109/RUSAUTOCON.2019.8867780.
18. Вакулов М.М., Черненький А.В. Реконструкция полета Алексея Леонова с первым выходом в открытый космос // XIV Международные молодежные научные чтения имени С.П. Королева. – Новая Москва – Троицк, Россия, 2020. – С. 21.

19. Chernenkii A.V. Using of the aerospace modeling simulator in the educational process // Proceedings 2020 V International Conference on Information Technologies in Engineering Education (Inforino 2020). Moscow. – Pp. 1–5. – DOI: 10.1109/Inforino48376.2020.9111759.

20. Chernenkii A.V. Modeling of multifunctional mobile extracting-processing complex // Proceedings 2020 International Russian Automation Conference (RusAutoCon), Sochi. – Pp. 255–260. – DOI: 10.1109/RusAutoCon49822.2020.9208064.

21. Chernenkii A.V. Study of gas giant satellites system // Proceedings 2022 International Russian Automation Conference (RusAutoCon 2021), Lecture Notes in Electrical Engineering (LNEE). – 2022. – Vol. 857. – Pp. 151–164. – ISSN 18761100, ISBN 978-303094201-4. – DOI: 10.1007/978-3-030-94202-1\_15.

22. Брык А.И., Черненький А.В. Гелиоцентрическая орбитальная станция для исследования солнечных явлений // 2021 XVI Международные молодежные научные чтения имени С.П. Королева. – Екатеринбург – Верхняя Пышма, Россия, 2021. – С.14.

23. Chernenkii A.V. Implementation of Project Activities in Engineering Education on the Example of the Educational Program “Space Technologies” // Proceedings VI International Conference on Information Technologies in Engineering Education (Inforino 2022). Moscow, Russia. New York: IEEE, 2022. – Pp. 1–5. – DOI: 10.1109/Inforino53888.2022.9782973.