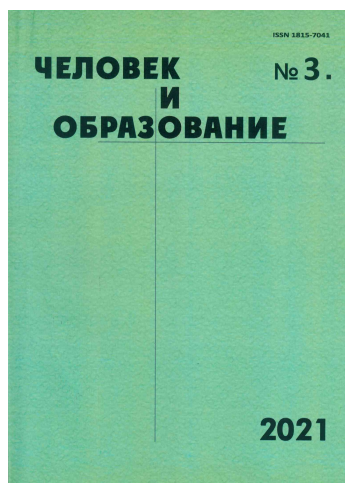




Человек и образование 2013-2024

ISSN 2079-8784

URL - <http://ras.jes.su>

Все права защищены

Выпуск 3 (68) Том . 2021

Системная инженерия как методологическое основание проектирования локальных систем обучения

Печников Андрей Николаевич

*Профессор кафедры гуманитарных и социально-экономических дисциплин,
Военная академия связи имени маршала Советского Союза С. М. Буденного
Российская Федерация*

Остроумова Юлия Сергеевна

*Начальник научно-исследовательского отдела (инновационной и
интеллектуальной деятельности), Военная академия связи имени Маршала
Советского Союза С. М. Буденного
Российская Федерация*

Аннотация

В статье уточняется классификация локальной системы обучения как объекта проектирования. Анализируются те собственные особенности процедуры реализации метода системной инженерии, которые обеспечивают его общепризнанную успешность. Уточняются особенности классического варианта метода системной инженерии, определяемые ориентацией на проектирование объектов класса “комплексная система”. Раскрывается существо проблемы адаптации классического варианта метода системной инженерии к проектированию объектов класса “система систем (SoS)”. Констатируются последние достижения системной инженерии в исследовании подходов к обеспечению успешности решения задачи проектирования гуманитарных SoS. Обосновывается перспективность рассмотрения метода системной инженерии как методологического средства проектирования локальных систем обучения и его развития на основе данных педагогики.

Ключевые слова: проектирование, системная инженерия, система обучения, локальная система обучения, система систем, гуманистическая система систем

Дата публикации: 21.04.2022

Ссылка для цитирования:

Печников А. Н. , Остроумова Ю. С. Системная инженерия как методологическое основание проектирования локальных систем обучения // Человек и образование – 2021. – Выпуск 3 (68) С. 13-20 [Электронный ресурс]. URL: <https://человекиобразование.рф/S181570410019146-5-1> (дата обращения: 16.05.2024). DOI: 10.54884/S181570410019146-5

¹ Анализ педагогических оснований проектирования обучения выявил необходимость разработки подхода, который учитывает как требования, предъявляемые к процессу обучения, так и условия его реализации [1]. Введено понятие локальной системы обучения (ЛСО) как системы непосредственного взаимодействия обучающего и обучаемых, осуществляемого для достижения конкретных учебных целей при имеющихся условиях реализации образовательного процесса и характеристиках контингента обучаемых. В принятой системной инженерии классификация ЛСО была идентифицирована как “система систем (SoS)”, которая представляет собой “упорядоченную совокупность систем, контролируемых группой стейкхолдеров (стейкхолдер – лицо, полномочное принимать решения по контролируемой системе и распоряжаться всем, что в границах этой системы, – прим. авторов), и возникающую в результате агрегирования независимых и пригодных к работе систем в более крупную систему” [2, с. 145].

² В целях уточнения приведенной [1] классификации ЛСО следует отметить, что в системной инженерии выделяются четыре категории SoS: 1) виртуальные SoS, в которых нет единой цели и центрального пункта управления; 2) коллаборативные SoS, включающие в себя отдельные системы, стейкхолдеры которых сами решают, как им взаимодействовать для достижения общей цели; 3) общепризнанные SoS, которые имеют осознанные цели, назначенного руководителя и выделенные ресурсы, но цели функционирования подсистем SoS определяют их стейкхолдеры, и для внесения изменений в каждую отдельную подсистему необходимо добровольное сотрудничество между ее стейкхолдером и руководителем SoS; 4) целевые SoS, которые централизованно управляются для достижения конкретных целей и состоят из подсистем, чтобы действовать самостоятельно только вне SoS [3, с. 116-117].

³ Вновь образованная ЛСО может быть отнесена как к категории общепризнанных, так и коллаборативных SoS: 1) если все обучаемые приняли цели обучения, то ЛСО образуется как общепризнанная SoS; 2) если преподавателю не удалось активизировать учебную мотивацию до необходимого уровня у всех обучаемых, то ЛСО возникает как коллаборативная SoS, в которой отдельные обучаемые могут как самоустраниться от выполнения своих учебных функций, так и противодействовать реализации этих функций другими обучаемыми.

4 “Для проектирования коллаборативной и общепризнанной SoS базовых инструментов системной инженерии может оказаться недостаточно. Поэтому для них должны разрабатываться дополнительные методы, инструменты и практические приемы” [3, с. 118]. В соответствии с этой рекомендацией А.И. Косякова рассмотрим особенности того варианта метода системной инженерии, который зарекомендовал себя как безотказный при создании объектов класса “комплексная система”, и оценим возможности его применения в отношении ЛСО как объекта класса “система систем (SoS)”. При этом выделим собственные особенности метода и его особенности, определяемые классификацией объекта проектирования (комплексная система, система систем).

5 **Собственные особенности метода системной инженерии.** Логика классического варианта метода системной инженерии, успешно применяемого при проектировании различных видов комплексных систем, наиболее наглядно отображается на V-образной схеме, представленной на рис. 1.

6



7 Рис. 1. V-модель метода (процесса) системной инженерии [3, 519].

8 V-модель метода системной инженерии в явном виде демонстрирует, что любые решения, принимаемые на стадиях постановки задачи проектирования, функционального описания системы, описания ее физической реализации и разработки инженерно-технических решений не являются окончательными до момента их верификации. Иначе говоря, при проектировании выполняется следующее правило: *любое частное проектное решение не может быть признано приемлемым до момента его успешной верификации, а процесс создания системы законченным - до момента ее успешной валидации*. Выполнение этого правила

обеспечивает ориентацию метода системной инженерии на выявления совокупности допустимых альтернативных решений всех проектных задач, решаемых в процессе создания системы.

⁹ Таким образом, реализация метода системной инженерии базируется на выявлении множества альтернативных решений любой частной проектной задачи и последующего поиска оптимального сочетания выявленных альтернатив в составе проектируемой системы. Кроме того, постановка задачи проектирования в методе системной инженерии предполагает выявление полной проектной ситуации, то есть анализу, учету и выполнению подлежат не только требования, предъявляемые к проектируемой системе заказчиками проекта (внешними стейкхолдерами), но требования (пожелания) лиц, которые должны эксплуатировать проектируемую систему (внутренних стейкхолдеров).

¹⁰ Представленные выше особенности метода системной инженерии не характерны для педагогических подходов к проектированию процесса обучения.

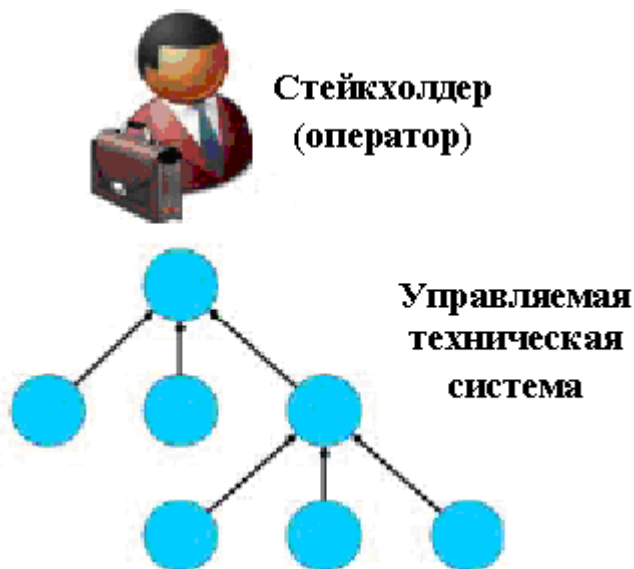
¹¹ В современной педагогике “методологический подход отождествляется с определенной мировоззренческой позицией исследователя и задает модель авторского видения, понимания и интерпретации педагогических явлений” [4, с. 463]. В соответствии с таким представлением выбор конкретного подхода (сочетания избранной совокупности подходов), во-первых, является субъективным, так как не предполагает исследования того контингента обучаемых, с которым обучение должно реализовываться. Во-вторых, этот выбор является тем первым действием, которое совершается в педагогике при проектировании процесса обучения. Это действие изначально отсекает возможность рассмотрения множества всех других альтернативных подходов. Поэтому осуществляемый на основании субъективных предпочтений проектировщика на самом раннем этапе педагогического проектирования выбор подхода (совокупности подходов) к конструированию обучения является действием существенно ограничивающим пространство возможных проектных решений и эффективность самого процесса педагогического проектирования.

¹² В основании всех существующих схем педагогического проектирования лежит метод проб и ошибок, который в теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) рассматривается как эталон неэффективности. Если при внедрении результаты такого проектирования оказываются неэффективными, то процесс проектирования возобновляется с переходом к иному методологическому подходу. Стратегия проектирования становится цикличной. “Самой страшной опасностью в этом случае становится бесконечная петля или “порочный круг”, из которого не удастся выбраться иначе, как изменив структуру решаемой проектировщиками задачи” [5, с. 102]. Избежать этой опасности может внедрение метода системной инженерии, требующего одновременного рассмотрения не одного, а некоторой совокупности альтернативных решений.

¹³ Особенности классического варианта метода системной инженерии, определяемые ориентацией на проектирование объектов класса “комплексная система”. В соответствии с классификацией систем по их сложности комплексная

система (см. рис. 2) – это система, которая состоит из разнородных технических подсистем, контролируемых единственным стейкхолдером.

14



15 Рис. 2. Принципиальная структура комплексной системы [2, с. 146].

16 “У комплексной системы должен быть один хозяин, один владелец, полномочный принимать решения по всем частям системы и распоряжаться всем, что в границах этой системы” [2, с. 145]. Подход к проектированию таких объектов был разработан в эргономике, где подобные системы именуются как системы “человек – машина”, эргатические, гуманистические, активные системы и др. Наиболее распространен термин “система “человек – машина (СЧМ)”, определяемый как “система, в которой субъект труда находится не непосредственно у объекта труда, а удален от него и осуществляет управление, используя информационную модель, т.е. субъект труда - оператор” [6, с. 112].

17 Эргономический подход к проектированию СЧМ, предложенный А.И. Губинским и В.Г. Евграфовым [7], исходит из того, что для создания автоматизированной системы управления (АСУ) необходимо: разработать функциональное описание автоматизируемого процесса и определить в его составе функции, подлежащие автоматизации, и функции, возложенные на оператора; физическое описание проектируемой системы, т.е. создать технические средства, реализующие автоматизируемые функции, и интегрировать их в единую систему, управляемую оператором. Сегодня этот подход к проектированию СЧМ органично вошел в состав метода системной инженерии и составляет (см. рис. 1) основу его стадий постановки задачи проектирования, функционального описания системы и описания ее физической реализации.

18 Завершая краткий анализ проектирования комплексных систем, следует отметить, что *особенностью классического варианта метода системной инженерии, определяемой его ориентацией на проектирование объектов класса “комплексная система”, является необходимость разработки технических средств, реализующих ряд функций проектируемой системы.*

19 Существует проблема адаптации метода системной инженерии к проектированию объектов класса “система систем (SoS)”. Задача разработки технических средств, реализующих функции проектируемой системы, решение которой важно для достижения целей автоматизации, становится неактуальной при отсутствии необходимости автоматизации проектируемого процесса. Такая проектная задача возникает при интеграции нескольких комплексных систем (см. рис. 3) в систему более высокого уровня иерархии.

20



21 Рис. 3. Принципиальная структура системы систем (SoS) [2, с. 146].

22 А. Левенчук приводит представленную на рис. 3 схему в качестве примера системы систем (SoS) как “упорядоченной совокупности систем, возникающей в результате комплексирования независимых и пригодных к работе комплексных систем в более крупную систему, обладающую новыми возможностями” [3, с. 116]. В отношении подобных структур в системной инженерии, во-первых, констатируется тот факт, что “разница между “просто системой” и “системой систем” определяется не через особую структуру или конструкцию системы, а через наличие независимых друг от друга стейкхолдеров, определяющих и создающих системы, а затем независимо использующих их” [2, с. 145–146]. Во-вторых, подтверждается корректность классификации стейкхолдера, участвующего в функционировании SoS лично (без применения технических средств), в качестве комплексной системы и отмечается влияние такой классификации стейкхолдеров на рост актуальности задач проектирования SoS: “поскольку каждый человек владеет как минимум сам собой как подсистемой, то рассмотрение “системы систем” вместо “просто системы” возникает сегодня много чаще” [2, с. 148].

23 В настоящее время системная инженерия вплотную подошла к решению задачи проектирования гуманистических систем, включающих “любые системы с участием человека, в числе которых выделяют: медицинские системы, образовательные системы, спортивные системы и т.д.” [6, с. 113]. К числу таких систем относится и ЛСО, принципиальная схема которой в принятом в системной инженерии виде представлена на рис. 4.

24



25 Рис. 4. Принципиальная структура ЛСО как системы систем (SoS).

26 Проводимые исследования путей проектирования SoS доказали необходимость пересмотра первоначально принятого подхода к стейкхолдеру как “лицу, полномочному принимать решения по всем частям системы, полномочных распоряжаться всем, что в границах их системы” [2, с. 145]. В результате стейкхолдер стал определяться не как лицо (индивид, личность), а как роль (см. рис. 5), которую исполняет личность, в отношении рассматриваемой системы.

27



28 Рис. 5. Индивид и его роли в различных SoS.

29 “Проектная роль (роль, заинтересованная сторона, действующее лицо) – это роль по участию (помощь или вред) в каких-то проектах обеспечения замысливания, создания, модификации, эксплуатации, уничтожения системы. Эти проектные роли исполняют люди. Проектные роли – деятельностно / культурно обусловлены, то есть известны человечеству по обычно выполняемым такими ролями деятельностям. Роли могут быть самые разные: инженерные, менеджерские, вредительские, правоохранные и т.п.” [9, с. 104].

30 Возможность для входящих в состав SoS индивидов (стейкхолдеров) самостоятельно избирать роль и противодействовать процессу функционирования системы порождает проблемы живучести и надежности SoS как ее способностей выполнять заданное назначение соответственно в процессе неблагоприятных воздействий и в заданных режимах функционирования. Подобные проблемы в объектах класса “комплексная система” устранялись на этапе их проектирования и ввода в эксплуатацию.

31 С учетом вариативности исполнения ролей в системной инженерии в отношении SoS действует правило, определяющее, что наиболее предпочтительным является не тот сценарий функционирования SoS, который потенциально наиболее эффективен, а тот, который наиболее полно соответствует особенностям входящих в состав SoS стейкхолдеров. В отношении ЛСО это положение означает, что технология проектирования процесса обучения должна быть ориентирована не просто на выбор наиболее продвинутой и потенциально эффективной технологии, а на поиск оптимального сочетания характеристик альтернативных технологий обучения и имеющегося контингента обучаемых.

32 В соответствии с приведенным правилом в системной инженерии определен основной способ работы с SoS: “совместная постепенная асинхронная эволюция (модернизация) входящих в систему систем автономных систем” [2, с. 146]. В процессе этой эволюции “компоненты структуры, функции и цели добавляются, удаляются и изменяются по мере накопления опыта работы с системой. Поэтому создание типичной SoS никогда нельзя считать полностью завершенным” [3, с. 118]. Осуществляться эта эволюция должна путем “профессиональной практики лидерства, заключающейся в катализировании

сотрудничества: помощь исполнителям ролей принять на себя ответственность качественного исполнения предписанных теми или иными производственными практиками ролей” [8]. При этом сам “лидер рассматривается не как индивид, а как роль, исполнитель которой не столько “ведет за собой”, сколько помогает людям занимать и удерживать ролевые позиции в организации” [9, с. 130].

³³ Сегодня в системной инженерии активно ведется поиск эффективных подходов к решению задачи проектирования гуманистических систем. Однако при всех имеющихся достижениях задача адаптации метода системной инженерии к области проектирования SoS до сих пор не решена. “Была надежда, что выделение “системы систем” как отдельного класса систем что-то даст для того, чтобы лучше организовать их обеспечение. Но ничего не получилось. Все достижения “инженерии систем систем” (systems of systems engineering) на поверку оказываются достижениями других дисциплин Никаких особых прорывов в работе с системами систем, никаких особых практик работы с ними пока так и не было найдено” [9, с. 196].

³⁴ Таким образом, анализ метода системной инженерии как методологического средства проектирования ЛСО, показал, что успешность этого метода обеспечивается его собственными особенностями, а невозможность реализации этих особенностей в отношении SoS, скорее всего, определяется недостаточной изученностью этого класса систем. При этом исследователи системной инженерии и системного мышления отмечают, что “во всех случаях успешной реализации метода системной инженерии в отношении SoS была сделана опора на гуманитарные дисциплины социологии, политологии, психологии, педагогики, конфликтологии и т. п.” [9, с. 196], и именно разработанные в гуманитарных дисциплинах подходы обеспечили успешность этих реализаций. Последнее позволяет надеяться, что метод системной инженерии может стать методологическим основанием педагогического проектирования ЛСО, а поиск способа его успешной реализации в сфере проектирования систем обучения следует искать в предметной области педагогики [10, с. 66].

Библиография:

1. Печников А.Н., Остроумова Ю.С. Локальная система обучения как объект педагогического проектирования // Человек и образование. – 2021. – №2(67). – С. 7-16.
2. Левенчук А. Системноинженерное мышление: учебник. TechInvestLab, 2 апреля 2015. 305 с. [Электронный ресурс] URL: <https://lib-bkm.ru/14171> (дата обращения: 25.05.2021).
3. Косяков А., Свит У. и др. Системная инженерия. Принципы и практика /пер. с англ., под ред. В. К. Батоврина. – М.: ДМК Пресс, 2014. – 624 с.
4. Осадчук О.Л., Галянская Е.Г. Современные методологические подходы к исследованию педагогических процессов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 3-3. – С. 463-467.

5. Джонс Дж. К. Методы проектирования (инженерное и художественное проектирование): пер. с англ. – 2-е изд., доп. – М.: Мир, 1986. – 326 с.
6. Информационно-управляющие человеко-машинные системы: Исследование, проектирование, испытания: справочник /под общ. ред. А.И. Губинского и В.Г. Евграфова. – М.: Машиностроение, 1993. – 527 с.
7. Губинский А.И., Евграфов В.Г. Эргономическое проектирование судовых систем управления. – Л.: Судостроение, 1974. – 224 с.
8. Левенчук А. Системное лидерство и стейкхолдерское мастерство // Livejournal, 22.02.2018 [Электронный ресурс] URL: <https://ailev.livejournal.com/1409122.html> (дата обращения: 04.04.2021)
9. Левенчук А. Системное мышление 2020. – Электрон. изд-во «Издательские решения», 2020 – 472 с. [Электронный ресурс] URL: https://aldebaran.ru/author/levenchuk_anatoliyi/kniga_sistemnoe_myishlenie/read/ (дата обращения: 04.04.2021)
10. Печников А.Н. Теоретические основы психолого-педагогического проектирования автоматизированных обучающих систем. – Петродворец: ВВМУРЭ им. А.С. Попова, 1995. – 326 с.

System engineering as a methodological basis for designing local learning systems

Andrey Pechnikov

Professor of the department of humanities and socio-economic disciplines, Military academy of communications named after marshal of the Soviet Union S. M. Budyonny Russian Federation

Yulia Ostroumova

Head of the research department (innovation and intellectual activity), Military academy of communications named after marshal of the Soviet Union S. M. Budyonny Russian Federation

Abstract

The article clarifies the classification of the local learning system as an object of design. The article analyzes the own features of the procedure for implementing the system engineering method that ensure its generally recognized success. The features of the classical version of the system engineering method are specified, determined by the orientation to the design of objects of the "complex system" class. The essence of the problem of adapting the classical version of the system engineering method to the design of objects of the "system of systems (SoS)" class is revealed. The latest achievements of system engineering in the study of approaches to ensuring the success of solving the problem of designing humanitarian SoS are stated. The article substantiates the prospects of considering the system engineering method as a methodological tool for designing local learning systems and its development based on pedagogy data.

Keywords: design, system engineering, training system, local training system, system of systems, humanistic system of systems

Publication date: 21.04.2022

Citation link:

Pechnikov A., Ostroumova Y. System engineering as a methodological basis for designing local learning systems // Man and Education – 2021. – Issue 3 (68) C. 13-20 [Electronic resource]. URL: <https://человекиобразование.рф/S181570410019146-5-1> (circulation date: 16.05.2024). DOI: 10.54884/S181570410019146-5