

# Влияние системной инженерии на развитие проекта на примере очень малых рабочих команд

В.С. Теслюк, А.Ю. Шаманин

**Аннотация.** В данной статье обосновывается необходимость интеграции и совмещения принципов системной инженерии и проектного управления на примере бесшовного взаимодействия студента и работодателя «ВИШ МИФИ - АСЭ». Авторы статьи обращают внимание на то, что даже в очень малых командах системная инженерия может помочь улучшить проектные процессы, повысить качество продукта и сократить время разработки. Это достигается благодаря внедрению стандартов и методологий, таких как Agile, Scrum, управление требованиями и конфигурацией и др., которые позволяют эффективно управлять проектами и уделять внимание ключевым аспектам разработки.

Авторами используется метод анализа и моделирования процесса взаимодействия очень малых команд на примере междисциплинарных студенческих команд. Был проанализирован пятилетний опыт студенческого взаимодействия с работодателем, выявлены ключевые моменты и узкие места в процессе: отсутствие опыта у студентов по ведению проектов, нехватка знаний и практических навыков по применению методов системного подхода при коммуникации и проведению работ внутри проекта.

Приводится описание стандарта для малых команд ISO/IEC 29110 и предлагается решение проблемы по взаимодействию и коммуникации внутри междисциплинарных команд. Отсутствие в отечественном научном поле стандартов для очень малых команд приводит к деструктуризации работы и снижению производительности команд разработки.

Статья может быть полезной для менеджеров проектов, разработчиков и других специалистов, которые заинтересованы в оптимизации процессов разработки и повышении качества продукта в краткосрочной и долгосрочной перспективе.

**Ключевые слова** — цифровизация, управление проектом, системная инженерия, улучшение программных процессов (SPI); управление проектами; очень малые команды (VSE); ISO 29110; PMBOK 7.

## I. ВВЕДЕНИЕ

Проектная работа является неотъемлемой частью многих организаций, и эффективность ее выполнения напрямую влияет на успех бизнеса.

В современном информационном обществе разработка программного обеспечения является одной из ключевых отраслей, которая постоянно развивается и требует эффективных методов и подходов. Одним из факторов успеха в разработке ПО является эффективное взаимодействие междисциплинарных команд.

Такие междисциплинарные команды способны обеспечить более широкий спектр знаний и опыта, что приводит к более качественному результату.

Работа в проектной команде является сложным и многогранным процессом, требующим от участников команды не только профессиональных знаний и навыков, но и умения эффективно взаимодействовать друг с другом. Процесс работы проектной команды может быть сложным из-за различий в понимании задач и языке коммуникации и требует систематического подхода.

Именно здесь моделирование процесса проектной работы междисциплинарной команды может стать ключевым фактором для достижения успеха в проекте: помочь не только оптимизировать работу коллектива, но и улучшить качество и скорость выполнения проекта в целом.

Цель данной статьи: провести научный обзор имеющихся материалов и исследований на тему интеграции проектного управления и системной инженерии и доказать практическую необходимость совместного использования этих методов на проектах.

## II. ПРОЕКТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Проектное управление - это методология, которая используется для планирования, организации, управления и контроля проектов с целью достижения определенных результатов в рамках установленных временных, бюджетных и качественных параметров. Она позволяет эффективно использовать ресурсы, координировать работу команды, предотвращать риски и обеспечивать достижение целей проекта. [1]

Проектное управление является неотъемлемой частью современного бизнеса и широко применяется во многих отраслях, таких как строительство, IT, маркетинг, финансы и другие. Ключевыми элементами проектного управления являются понимание целей проекта, распределение ролей и обязанностей в команде, управление рисками, контроль качества и своевременное информирование заинтересованных сторон о ходе проекта.

## III. СИСТЕМНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

Системная инженерия - это та область инженерии, которая включает в себя проектирование и управление сложными системами. Она представляет собой междисциплинарную науку, объединяющую знания из различных областей, таких как математика, физика, информатика, экономика, социология и другие. [2]

Системная инженерия используется в различных областях, включая промышленность, транспорт,

Статья получена 05 июля 2023.

Теслюк Владислав Сергеевич, Национальный Исследовательский Ядерный Университет МИФИ, магистрант, vladislav260100@yandex.ru  
Шаманин А.Ю., ООО «Консист-ОС», Системный архитектор, ashamanin@outlook.com

энергетику, аэрокосмическую отрасль, информационные технологии и другие. Она позволяет эффективно проектировать, разрабатывать и управлять системами, обеспечивая их надежность, безопасность и экономическую эффективность. Ключевые элементы системной инженерии представлены на рисунке 1.

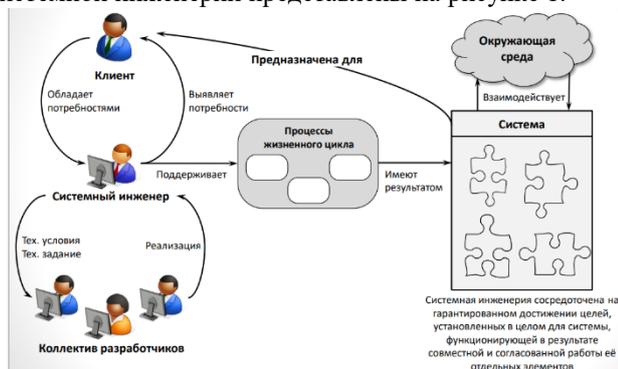


Рисунок 1 - Ключевые элементы системной инженерии

#### IV. ИНТЕГРАЦИЯ ПРОЕКТНОГО УПРАВЛЕНИЯ И СИСТЕМНОЙ ИНЖЕНЕРИИ

Проектное управление и системная инженерия - это две тесно связанные области знаний, которые часто используются вместе для управления сложными проектами и создания крупномасштабных систем.

Проектное управление включает в себя планирование, организацию, координацию и контроль всех аспектов проекта с целью достижения конкретных целей и результатов в рамках заданных ограничений, таких как бюджет, время, качество и ресурсы.

В свою очередь, системная инженерия - это подход к разработке и управлению комплексными системами, который включает в себя анализ, проектирование, разработку, тестирование и внедрение систем, а также управление жизненным циклом системы. [3]

Ключевым моментом является то, что системная инженерия и проектное управление тесно интегрированы. В частности, системная инженерия обычно используется в рамках проектного управления для реализации комплексных системных проектов.

Системный инженер и проектный менеджер работают вместе в течение всего процесса разработки и реализации системы, включая проектирование, интеграцию, тестирование и внедрение. Системный инженер обычно отвечает за разработку и тестирование системы, а проектный менеджер - за контроль выполнения плана проекта, управление ресурсами и обеспечение своевременной доставки проекта. На рисунке 2 изображено представление системной инженерии в управлении проектами.



Рисунок 2 - Системная инженерия в разрезе проектного управления

Таким образом, интеграция проектного управления и системной инженерии помогает управлять сложностью проектов и систем, обеспечивая более эффективное использование ресурсов и достижение желаемых результатов проекта.

#### V. ПОДХОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ

Существует несколько моделей организации работ при управлении проектом, которые могут быть применены в зависимости от характеристик конкретного проекта и целей, которые нужно достичь. Рассмотрим некоторые из них.

**Каскадная модель:** Этот подход является классическим и основывается на последовательном выполнении этапов проекта. Каждый этап завершается перед началом следующего. Это позволяет контролировать процесс и в случае ошибки быстро вернуться к предыдущей версии. [4]

**Agile-модель** основывается на быстрой адаптации к изменениям в проекте и гибкости. Часто используется для разработки программного обеспечения и подразумевает постоянное взаимодействие между командами и клиентами, что позволяет быстро реагировать на изменения и улучшать проект. [5]

**Scrum.** Этот подход является одним из наиболее популярных методов Agile и используется в основном для разработки программного обеспечения. Он представляет собой процесс, в котором команда выполняет работу короткими промежутками времени (обычно от 1 до 4 недель), называемые спринтами. Каждый спринт начинается с обзора предыдущих результатов и определения целей для следующего спринта. [6]

**Спиральная модель** подразумевает создание прототипа проекта, а затем постепенное улучшение его, включая новые функции и опции, с каждой последующей итерацией. Эта модель может быть полезна для проектов, требующих многократных тестов и оценок перед окончательной реализацией.

**PRINCE2** - метод представляет собой формализованный подход к проектному управлению, который подразумевает определение всех необходимых процессов и ролей проекта на начальном этапе. Этот метод основывается на последовательности действий и четко определенных ролях и ответственностях. [7]

Выбор подхода зависит от конкретных целей и характеристик проекта. Важно выбрать подход, который

наилучшим образом соответствует потребностям проекта и команды, которая будет его реализовывать.

Системная инженерия со стороны управления проектами - это методология, которая обеспечивает управление жизненным циклом проекта, начиная от его концептуальной фазы до завершения [8]. Системный инженер рассматривает проект в целом и работает над созданием оптимальной системы, которая удовлетворит требования заказчика. В рамках системного подхода применяются практики системной инженерии. Рассмотрим некоторые из них:

1. Анализ требований. Системные инженеры анализируют и документируют требования к системе, которые могут быть функциональными, нефункциональными, техническими и экономическими. Определяют требования к проекту, работают с заказчиком и определяет, какие функции должна выполнять система. Он также анализирует ограничения, связанные с бюджетом, временем, техническими возможностями и ресурсами.
2. Проектирование и разработка архитектуры системы. Системные инженеры проектируют систему и разрабатывают ее архитектуру, определяя структуру и взаимодействие компонентов системы. Они также учитывают необходимость масштабируемости и поддержки в будущем.
3. Управление конфигурацией. Системные инженеры управляют конфигурацией системы, обеспечивая контроль версий и целостность системы. Отслеживают изменения в требованиях заказчика и определяют, как они повлияют на систему.
4. Управление рисками. Системные инженеры оценивают риски, связанные с разработкой и эксплуатацией системы и принимают меры по их снижению, определяя стратегии для управления рисками, минимизации возможных проблем и повышения качества.
5. Управление проектом. Системные инженеры управляют проектом разработки системы, устанавливая график работ, управляя бюджетом и контролируя прогресс. [9]
6. Управление жизненным циклом системы. Системные инженеры управляют жизненным циклом системы, от начала проектирования до ее вывода из эксплуатации. [10]
7. Управление качеством: Системные инженеры определяют стандарты качества и занимается контролем качества на всех этапах проекта. Устанавливают методы тестирования и проверки, которые гарантируют соответствие системы требованиям.
8. Документирование: Системные инженеры разрабатывают документацию, которая описывает систему и ее функции, создают руководства пользователя и инструкции по эксплуатации, которые помогают пользователям легче понимать и использовать систему. [11]

В целом, системная инженерия играет важную роль в развитии проекта, обеспечивая его эффективное

управление, улучшение качества и соответствие требованиям заказчика.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что проектное управление и системная инженерия должны использоваться вместе для успешной реализации проектов. Крупные корпорации, такие как NASA, Росатом, Роскосмос и авиационные компании внедряют у себя интегрированный подход проектного управления и системной инженерии [12].

Интеграционный подход предполагает рассмотрение системной инженерии, включая методы и инструменты, в качестве базового единого языка, способного сыграть роль основы при организации деятельности междисциплинарных команд, занятых разработкой, анализом и проектированием крупномасштабных, комплексных человеко-машинных систем. [13,14]

Одним из первых проблему формирования единого метода для преодоления трудностей, возникающих при организации эффективного информационного обмена в процессе использования системных концепций и системного подхода, поставил У. Чейз (Wilton P. Chase) [15]

Развитие идей интеграционного подхода, когда методы и инструменты системной инженерии рассматриваются в качестве интеграционной основы командной инженерной деятельности, а междисциплинарная команда является ядром при осуществлении работ, связано с трудами У. Уимора (Wayne Wymore) [16].

Актуальность исследования заключается в необходимости повышения эффективности работы малых проектных междисциплинарных команд в современных условиях, когда требуется интеграция знаний и навыков различных специалистов для достижения поставленных целей. Управление проектами и системная инженерия - постоянно развивающиеся дисциплины. Многие из трудов, ранее опубликованных на эти темы уже устарели, также отсутствуют наработки в научном поле нашей страны. Необходимо актуализировать и провести новые исследования в рамках данной тематики.

Объектом исследования является процесс проектной работы малых междисциплинарных команд, который включает в себя взаимодействие системной инженерии и проектного управления.

Предметом исследования является моделирование процесса проектной работы малой междисциплинарной команды, то есть разработка математической модели, отражающей взаимодействие участников команды, их роли, функции и ответственность в рамках проекта, а также процесс принятия решений и управления рисками. Модель должна позволить оптимизировать процесс проектной работы и повысить эффективность команды в целом.

Собрав в одно целое проектное управление и системную инженерию, применив подходы и методологии по выстраиванию процесса работы междисциплинарных команд, нужно прийти к методу, который поможет стандартизировать и типизировать процесс. От непредсказуемого поведения команды мы перейдем к четко построенному плану, который

пошагово будет описывать действия команды.

## VI. МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В современных системно – инженерных практиках используются следующие методы исследования для достижения результатов: эксперимент, анализ данных, математические модели, наблюдение и другие. [17,18,19]

В данной статье был использован метод моделирования процесса и анализа для составления пошагового плана действий для студентов.

Исследования показывают, что применение системной инженерии в проектах не только облегчает процесс управления, но и повышает качество принимаемых решений. Статистика влияния методов и практик системной инженерии и проектного управления на успех проектов представлена на рисунке 3. Благодаря детальному моделированию и всестороннему анализу, повышается эффективность проекта с точки зрения разработки требований и управления, принятия технических решений, разработки и тестирования системного дизайна, планирования и мониторинга деятельности по системному проектированию, а также системных инженерных обзоров и аудитов. [20]

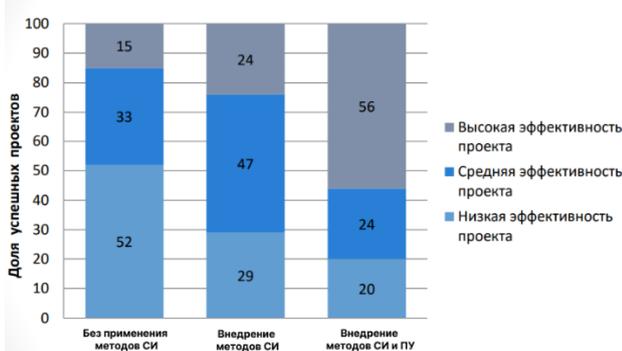


Рисунок 3 - Влияние системной инженерии на успех проектов

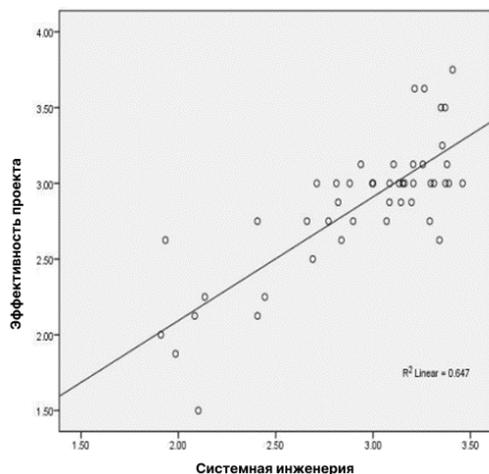


Рисунок 4 - График влияния системной инженерии на эффективность проекта

После проведения опроса инженеров и сотрудников предприятий из различных отраслей на предмет эффективности применения методов системной инженерии на предприятиях в рамках развития

деятельности НИОКР были получены статистические данные (рисунок 4), которые наглядно показывают положительную корреляцию и стабильный рост показателей проектов [22].

Известно, что разработка программных компонентов и информационных систем наиболее эффективно ведется в очень малых командах (до 25 человек) [23,24]. Компоненты, которые они разрабатывают, часто интегрируются в продукты, производимые другими командами. Неспособность предоставить качественный исходный продукт в срок и в рамках бюджета угрожает конкурентоспособности обеих организаций. Один из способов снизить эти риски заключается в том, чтобы все участники производственной цепочки внедрили признанные инженерные практики. [25]

Многие международные стандарты охватывают проверенные методы системной инженерии и разработки программного обеспечения. Однако восприятие этих стандартов таково, что разработка и целевое использование предназначены для крупных предприятий и корпораций. [26]

В ходе интервью, опросов и бесед со многими очень малыми командами, рабочая группа ISO (WG24) узнала, что ее стандарты «слишком громоздки» и «слишком сложны» для использования, поэтому очень малые команды не берутся их использовать. Исходя из этого, на заседании Консультативной группы SC7 (AG) в 2004 г. был поднят вопрос о том, что малым и средним командам требуются стандарты разработки программного обеспечения (и систем), адаптированные к их размеру и степени развития [27].

В отечественном поле одним из таких проектов является программа по созданию бесшовного взаимодействия между студентами и работодателем «ВИШ МИФИ - АО АСЭ». В рамках данного проекта студенты становятся полноценными сотрудниками атомной отрасли в роли ИТ-специалистов, формируя при этом междисциплинарную команду из аналитиков, тестировщиков, разработчиков и дизайнеров. В ходе двухлетнего обучения в магистратуре ребята реализуют ИТ - проекты по развитию и цифровизации атомной отрасли. Студенты сами выбирают себе роль в команде и на реальных примерах и проектах пробуют свои силы.

В рамках пятилетней работы проекта «ВИШ МИФИ - АО АСЭ» были получены статистические данные процесса взаимодействия проектных команд, состоящих из 6-9 человек. [28]

Каждые полгода, студенты составляли перечень отчетных документов:

- Семестровый отчет
- План реализации проекта
- Протоколы встреч
- Техническое задание
- Отчетная презентация
- Рецензия наставника

Данный перечень документов был необходимым, но недостаточным для полного понимания проекта. Отсутствовали руководства к действиям и задокументированные инструкции, имело место лишь методическое сопровождение и консультации

наставников и кураторов проекта. Первые месяцы работы неопытные студенты тратили на самоорганизацию выстраивание внутренних процессов работы. Возникла проблема, которую необходимо было решить, для этого было предложено использовать стандарт ISO/IEC 29110. [29,30]

Стандарт ISO/IEC 29110, определяет профили жизненного цикла для очень малых команд (VSE). Он был создан для того, чтобы помочь очень малым организациям в области системной и программной инженерии улучшить качество своих продуктов и услуг и повысить свою эффективность. [31,32]

Очень малые команды (VSE) - эти небольшие организационные единицы, полностью вовлеченные в работу над одним проектом и решению повседневных организационных вопросов. Они часто не могут и не хотят тратить время и усилия на внедрение новых процессов или инструментов. У этих команд нет отдела качества, в отличие от более крупных организаций. В небольших организациях инженеры-программисты больше ориентируются на продукт, услугу или управление, а не на внедрение новых методов работы.

Стандарт ISO/IEC 29110 определяет профиль жизненного цикла VSE для проектов, связанных с программным обеспечением, которые имеют малое количество людей в команде разработки и ограниченные ресурсы. Стандарт определяет два процесса: реализацию системы и управление проектами. Целью процесса внедрения программного обеспечения является систематическое выполнение действий по анализу, проектированию, созданию, интеграции и тестированию новых или модифицированных программных продуктов в соответствии с заданными требованиями. Целью процесса управления проектом является установление и систематическое выполнение задач проекта внедрения программного обеспечения, что позволяет достичь целей проекта с ожидаемым качеством, сроками и стоимостью. [33,34]

В рамках работы был смоделирован процесс взаимодействия внутри малых рабочих команд представлен на рисунке 5.

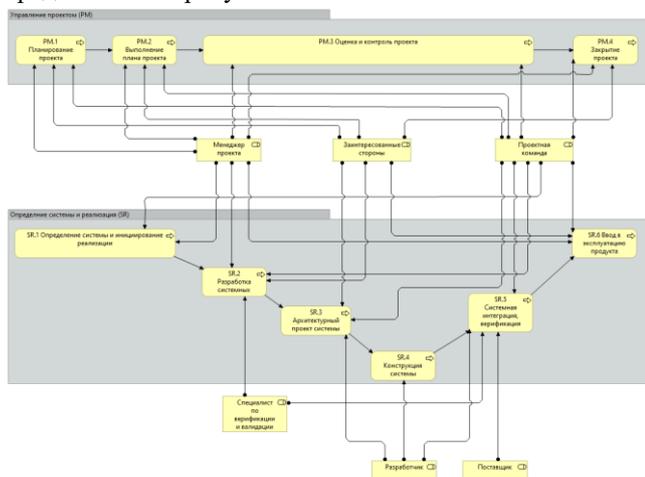


Рисунок 5 – Смоделированный процесс взаимодействия внутри малых рабочих команд

Процесс управления проектами состоит из четырех следующих этапов:

- PM.1 Планирование проекта
- PM.2 Выполнение плана проекта
- PM.3 Оценка и контроль проекта
- PM.4 Закрытие проекта

Каждая фаза содержит определенные задачи, которые необходимо выполнить, чтобы перейти к следующей фазе. Также стандарт включает в себя рекомендации по оценке рисков, управлению конфигурацией, управлению изменениями и управлению качеством.

Процесс определения и реализации системы включает в себя следующие виды деятельности:

- SR.1 Определение системы и инициирование реализации
- SR.2 Разработка системных требований
- SR.3 Архитектурный проект системы
- SR.4 Конструкция системы
- SR.5 Системная интеграция, верификация и валидация
- SR.6 Ввод в эксплуатацию продукта

Стандарт ISO/IEC 29110 является полезным инструментом для небольших команд, которые работают над разработкой программного обеспечения, поскольку он предоставляет им набор рекомендаций, которые могут помочь им повысить качество своих продуктов и услуг, а также снизить риски. Кроме того, этот стандарт может помочь очень малым командам в улучшении своей производительности и эффективности, что может привести к повышению их конкурентоспособности на рынке.

Группой создателей стандарта были проведены исследования и наблюдения за компаниями, которые внедряли принципы стандарта в своих очень малых командах. В качестве ключевых эффектов, оказавших влияние на успех проекта, были отмечены:

1. Активное участие, мотивация и сознательность всех участвующих команд.
2. Готовность делиться знаниями между командами. Важно отметить, что эти компании находятся в одном секторе и иногда конкурируют за получение нового проекта/клиента.
3. Создание детального плана и его соблюдение лишь с небольшими отклонениями. У программы был очень четкий график с периодическим мониторингом во всех компаниях.

## VII. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В приведенных материалах четко отображаются проблемы, возникающие в работе очень малых команд. Очень малые команды должны не только знать, что делать, чтобы улучшить свои процессы, но и иметь конкретные инструкции, подробно описывающие работу, которую они должны выполнять, с четким набором лучших практик и набором активов, которые помогут для их выполнения. Эти процедуры должны быть простыми и применимыми к типам проектов, которые они обычно осуществляют. [35]

VSE тратят очень мало усилий на улучшение процесса обучения сотрудников, и когда это делается, это происходит не в соответствии с планом обучения, а как специальное действие, вызванное обнаруженной

краткосрочной потребностью.

Эти компании обычно не имеют четких процедур покупки или приобретения продуктов, услуг или результатов, которые должны быть получены за пределами компании.

Как показал опыт взаимодействия ВИШ МИФИ - АО АСЭ - малые группы могут реализовывать проект даже без структурированного плана и смоделированного процесса взаимодействия. Студенты, которые не имеют опыта в системной инженерии и проектном управлении, успешно реализуют проект, но тратят на него слишком много времени и ресурсов (2 года). Основные потери - попытки разобраться в структуре предприятия, ведении проекта с нуля, внедрении практик системной инженерии и постоянное развитие. Всё это необходимо совмещать с учебой в магистратуре и успешной сдачей экзаменационных зачетных единиц.

Получив на старте проекта структурированный по шагам план с инструкциями и отчетными документами для каждого этапа проекта, а также имея перед глазами смоделированный процесс ведения и развития проекта, применяя лучшие практики и принципы стандарта ISO/IEC 29110 студенты смогут заметно сократить время выполнения проекта, улучшить свою личную и командную производительность. Все эти действия приведут к росту качества выполнения проектов и увеличению прибыли индустриального партнера ВИШ МИФИ - АО "АСЭ".

#### VIII. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проведенной работы были получены следующие результаты:

1. Проведен обзор материалов, стандартов, статей и исследований в области системной инженерии и проектного управления. Доказана необходимость интеграции проектного управления и системной инженерии на примере очень малых команд.
2. Приведена статистика по влиянию системной инженерии на развитие проекта, подтверждающая, что внедрение принципов проектного управления и системной инженерии положительно влияет на весь жизненный цикл продукта и проекта.
3. Проанализирован опыт работы программы "ВИШ МИФИ - АСЭ" и сделаны выводы об отсутствии четко выявленного процесса управления в очень малых командах. Предложен путь решения данной проблемы: необходимо смоделировать полноценный процесс ведения студенческих проектов, а также разработать шаблоны документов, удовлетворяющих требованиям стандарта ISO 29110.

На основе проведенного обзора можно сделать вывод, что системная инженерия и проектное управление являются постоянно меняющимися и развивающимися дисциплинами. Из года в год появляются передовые практики и подходы, которые требуют внедрения на современные предприятия.

Интеграция методов системной инженерии и подходов проектного управления с внедрением в процесс деятельности очень малых команд - лишь начало большой работы, которую предстоит провести методологам и российским ученым. В настоящее время

отсутствуют стандарты на русском языке полноценно описывающие работу очень малых команд, поэтому необходимо адаптировать уже имеющиеся практики под русский язык и Российские стандарты.

#### IX. НАПРАВЛЕНИЯ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Одним из векторов развития можно выбрать автоматизацию данного процесса после успешного внедрения в работу очень малых команд, таким образом абсолютно любая команда сможет внедрить лучшие практики в свои процессы, минимизировав при этом потери времени.

#### БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность Высшей инженеринговой школе НИЯУ МИФИ за помощь в возможности опубликовать результаты выполненной работы.

#### БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] IPMA requirements for the competence of professionals in the field of project, program and portfolio management. 4th version. The team of authors SOVNET - M.: New printing technologies, 2019
- [2] Impact of System Engineering Practices on the Performance of R&D Projects – Initial Results January 2013 International Journal of Computer Theory and Engineering DOI:10.7763/IJCTE.2013.V5.668
- [3] System Engineering. Principles and Practice. Translated from English Ed. V.K. Batovrina. / Kosyakov A., Sweet W. [et al.]. - M.: DMK Press, 2017. - 624 p.
- [4] Integrating Program Management and Systems Engineering: Methods, Tools, and Organizational Systems for Improving Performance 1st Edition, Eric Rebentisch, Wiley; (February 10, 2017), 456 pages.
- [5] Agile Processes in Software Engineering and Extreme Programming: 9th International Conference, XP 2008, Limerick, Ireland, June 10-14, 2008. Proceedings January 2008 Lecture Notes in Business Information Processing DOI: 10.1007/978-3-540-68255-4 ISBN: 978-3-540-68254-7
- [6] "The Scrum. A revolutionary method of project management, Jeff Sutherland. 186 pages
- [7] Benefits and Issues in Managing Project by PRINCE2 Methodology March 2017 DOI: 10.23956/ijarcsse/V7I3/0134, Rupali Pravinkumar Pawar, Kirti Nilesh Mahajan.
- [8] Peter Checkland, Systems Research and Behavioral Science - Syst. Res. 17, S11 – S58 (2000)
- [9] Checkland P.B. Systems Thinking, Systems Practice. - Chichester: John Wiley & Sons, 1981
- [10] Shchedrovitsky G.P. Selected Works. - M.: Shk. Cult. Polit., 1995.
- [11] Antropov M.S. Management of Development and Change in Multinational Organizations: textbook. allowance / M.S. Antropov, A.N. Chichikin. - M.: RUDN, 2008. - 146s.
- [12] Anton S. Korolev ; Alexander Yu. Shamanin The Use of Formal Methods of Verification and Validation in NPP Design, IEEE Xplore Digital Library, 29 November 2018, Electronic ISBN: 978-1-5386-4924-4, Print on Demand(PoD) ISBN: 978-1-5386-4925-1, DOI:10.1109/MLSD.2018.8551837 ]
- [13] Blanchard, B. S., & Fabrycky, W. J. (2011). Systems engineering and analysis. Pearson Education, Inc.
- [14] Sage, A. P., & Cuppan, C. D. (2001). Systems engineering for commercial aircraft: a domain-specific adaptation. Systems Engineering, 4(3), 163-183.
- [15] Chase W. P. Management of Systems Engineering. — Robert Krieger, Malabar, FL, 1974;
- [16] Wymore W. Systems Engineering Methodology for Interdisciplinary Teams. — Wiley, New York, 1976
- [17] Oren, T. I. (2010). Model-based systems engineering: the future of engineering design and development. Wiley.
- [18] Rouse, W. B. (2010). Engineering complex systems with models and objects. John Wiley & Sons.
- [19] Trusko, B. E., & Sheu, C. (2007). Product design and development. CRC Press.

- [20] Elm J. et al. Business Case for SE Study: Results of the SE Effectiveness Survey. - Carnegie Mellon University. - Special Report CMU/SEI-2012-SR-009. - November 2012
- [21] Sage Systems Management for Information Technology and Software Engineering. — Wiley, New York,
- [22] The Development of International Standards for Very Small Enterprises June 2008 Conference: International Council on Systems Engineering (INCOSE) Seventeenth International SymposiumAt: Amsterdam, Claude Y. Laporte, Simon Alexandre, Alain Renault, Kenneth V Crowder.
- [23] Whitney, D. E., & Raghavan, G. S. (2002). Design for manufacturability: how to use concurrent engineering to rapidly develop low-cost, high-quality products for lean production. CRC Press.
- [24] Van Doren, V. E. (2004). System engineering management. Prentice Hall.
- [25] INCOSE Systems Engineering Handbook: A Guide for System Life Cycle Processes and Activities, June 2015, Edition: 4Publisher: John Wiley and Sons, David D. Walden, Garry J. Roedler, Kevin J. Forsberg, R. Douglas Hamelin; Thomas M. Shortell, International Council on Systems Engineering
- [26] Benjamin, J. R., & Cornell, C. A. (2015). Probability, statistics, and decision for civil engineers. Courier Dover Publications.
- [27] Vernon, Vaughn. Implementation of Domain-Oriented Design Methods / Vaughn Vernon. - M.: Williams, 2015. - 688 p.
- [28] O.N. Ryabchikov, A.Yu. Shamanin, B.Kh. Aytbaev; System Engineering for Project Organization KnE Engineering / III Annual International Conference "System Engineering" / Pages 178–183 <https://doi.org/10.18502/keg.v5i3.6779>
- [29] Batovrin, V.K. System and software engineering. Dictionary reference. Textbook for universities. Vulture of UMO universities of Russia / V.K. Batovrin. - M.: DMK Press, 2020. - 825 p.
- [30] Jackson M., Keys P. Towards a System of Systems Methodologies. Journal of the Operational Research Society. January 1984; 35 (6): 473–486.
- [31] Project management: Fundamentals of professional knowledge, National requirements for the competence of specialists. - M.: Nauka, 2014. - 92 p.
- [32] A project management improvement program according to ISO/IEC 29110 and PMBOK, Antonio-Luis Mesquida, and Antonio Mas; JOURNAL OF SOFTWARE: EVOLUTION AND PROCESS J. Softw. Evol. and Proc. 2014; 26:846–854, 5 August 2014. DOI: 10.1002/smr.1665
- [33] Simpson, T. W., Maier, J. R. A., & Mistree, F. (2001). Product platform and product family design: methods and applications. Springer.
- [34] Fomin, V.L. Continuum mechanics for engineers / V.L. Fomin. - M.: 2020. - 771 p.
- [35] Borodakiy, Yu. V. Evolution of information systems / Yu.V. Borodakiy, Yu.G. Lobodinskiy. - M.: Hotline - Telecom, 2020. - 368 p.

# The impact of system engineering on the development of the project on the example of very small work teams

V.S. Teslyuk, A.Yu. Shamanin

**Abstract.** This article substantiates the need to integrate and combine the principles of system engineering and project management on the example of seamless interaction between a student and an employer. The authors of the article draw attention to the fact that even in very small teams, system engineering can help improve project processes, improve product quality and reduce development time. This is achieved through the introduction of standards and methodologies, such as Agile, Scrum, requirements and configuration management, etc., which allow you to effectively manage projects and pay attention to key aspects of development.

The authors analyzed the five-year experience of student interaction with the employer, identified key points and bottlenecks in the process: the lack of experience of students in project management, lack of knowledge and practical skills in applying methods of a systematic approach to communication and work within the project.

A description of the ISO/IEC 29110 standard for small teams is given and a solution to the problem of interaction and communication within interdisciplinary teams is proposed. The absence of standards for very small teams in the domestic scientific field leads to the destruction of work and a decrease in the productivity of development teams.

**Keywords** — digitalization, project management, system engineering, software process improvement (SPI); project management; very small teams (VSE); ISO 29110; PMBOK 7.

## REFERENCES

- [1] IPMA requirements for the competence of professionals in the field of project, program and portfolio management. 4th version. The team of authors SOVNET - M.: New printing technologies, 2019
- [2] Impact of System Engineering Practices on the Performance of R&D Projects – Initial Results January 2013 International Journal of Computer Theory and Engineering DOI:10.7763/IJCTE.2013.V5.668
- [3] System Engineering. Principles and Practice. Translated from English Ed. V.K. Batovrina. / Kosyakov A., Sweet W. [et al.]. - M.: DMK Press, 2017. - 624 p.
- [4] Integrating Program Management and Systems Engineering: Methods, Tools, and Organizational Systems for Improving Performance 1st Edition, Eric Rebenitsch, Wiley; (February 10, 2017), 456 pages.
- [5] Agile Processes in Software Engineering and Extreme Programming: 9th International Conference, XP 2008, Limerick, Ireland, June 10-14, 2008. Proceedings January 2008 Lecture Notes in Business Information Processing DOI: 10.1007/978-3-540-68255-4 ISBN: 978-3-540-68254-7
- [6] "The Scrum. A revolutionary method of project management, Jeff Sutherland. 186 pages
- [7] Benefits and Issues in Managing Project by PRINCE2 Methodology March 2017 DOI: 10.23956/ijarcsse/V7I3/0134, Rupali Pravinkumar Pawar, Kirti Nilesh Mahajan.
- [8] Peter Checkland, Systems Research and Behavioral Science - Syst. Res. 17, S11 – S58 (2000)
- [9] Checkland P.B. Systems Thinking, Systems Practice. - Chichester: John Wiley & Sons, 1981
- [10] Shchedrovitsky G.P. Selected Works. - M.: Shk. Cult. Polit., 1995.
- [11] Antropov M.S. Management of Development and Change in Multinational Organizations: textbook. allowance / M.S. Antropov, A.N. Chichikin. - M.: RUDN, 2008. - 146s.
- [12] Anton S. Korolev ; Alexander Yu. Shamanin The Use of Formal Methods of Verification and Validation in NPP Design, IEEE Xplore Digital Library, 29 November 2018, Electronic ISBN: 978-1-5386-4924-4, Print on Demand(PoD) ISBN: 978-1-5386-4925-1, DOI:10.1109/MLSD.2018.8551837 ]
- [13] Blanchard, B. S., & Fabrycky, W. J. (2011). Systems engineering and analysis. Pearson Education, Inc.
- [14] Sage, A. P., & Cuppan, C. D. (2001). Systems engineering for commercial aircraft: a domain-specific adaptation. Systems Engineering, 4(3), 163-183.
- [15] Chase W. P. Management of Systems Engineering. — Robert Krieger, Malabar, FL, 1974;
- [16] Wymore W. Systems Engineering Methodology for Interdisciplinary Teams. — Wiley, New York, 1976
- [17] Oren, T. I. (2010). Model-based systems engineering: the future of engineering design and development. Wiley.
- [18] Rouse, W. B. (2010). Engineering complex systems with models and objects. John Wiley & Sons.
- [19] Trusko, B. E., & Sheu, C. (2007). Product design and development. CRC Press.
- [20] Elm J. et al. Business Case for SE Study: Results of the SE Effectiveness Survey. - Carnegie Mellon University. - Special Report CMU/SEI-2012-SR-009. - November 2012
- [21] Sage Systems Management for Information Technology and Software Engineering. — Wiley, New York,
- [22] The Development of International Standards for Very Small Enterprises June 2008 Conference: International Council on Systems Engineering (INCOSE) Seventeenth International Symposium At: Amsterdam, Claude Y. Laporte, Simon Alexandre, Alain Renault, Kenneth V Crowder.
- [23] Whitney, D. E., & Raghavan, G. S. (2002). Design for manufacturability: how to use concurrent engineering to rapidly develop low-cost, high-quality products for lean production. CRC Press.
- [24] Van Doren, V. E. (2004). System engineering management. Prentice Hall.
- [25] INCOSE Systems Engineering Handbook: A Guide for System Life Cycle Processes and Activities, June 2015, Edition: 4 Publisher: John Wiley and Sons, David D. Walden, Garry J. Roedler, Kevin J. Forsberg, R. Douglas Hamelin; Thomas M. Shortell, International Council on Systems Engineering
- [26] Benjamin, J. R., & Cornell, C. A. (2015). Probability, statistics, and decision for civil engineers. Courier Dover Publications.
- [27] Vernon, Vaughn. Implementation of Domain-Oriented Design Methods / Vaughn Vernon. - M.: Williams, 2015. - 688 p.
- [28] O.N. Ryabchikov, A.Yu. Shamanin, B.Kh. Aytbaev; System Engineering for Project Organization KnE Engineering / III Annual International Conference "System Engineering" / Pages 178–183 <https://doi.org/10.18502/keg.v5i3.6779>
- [29] Batovrin, V.K. System and software engineering. Dictionary reference. Textbook for universities. Vulture of UMO universities of Russia / V.K. Batovrin. - M.: DMK Press, 2020. - 825 p.
- [30] Jackson M., Keys P. Towards a System of Systems Methodologies. Journal of the Operational Research Society. January 1984; 35 (6): 473–486.
- [31] Project management: Fundamentals of professional knowledge, National requirements for the competence of specialists. - M.: Nauka, 2014. - 92 p.
- [32] A project management improvement program according to ISO/IEC 29110 and PMBOK, Antonio-Luis Mesquida, and Antonio Mas; JOURNAL OF SOFTWARE: EVOLUTION AND PROCESS J. Softw. Evol. and Proc. 2014; 26:846–854, 5 August 2014. DOI: 10.1002/smr.1665

- [33] Simpson, T. W., Maier, J. R. A., & Mistree, F. (2001). Product platform and product family design: methods and applications. Springer.
- [34] Fomin, V.L. Continuum mechanics for engineers / V.L. Fomin. - M.: 2020. - 771 p.
- [35] Borodakiy, Yu. V. Evolution of information systems / Yu.V. Borodakiy, Yu.G. Lobodinskiy. - M.: Hotline - Telecom, 2020. - 368 p.