

Статья

Появление инновационного потенциала Подрядчика на Уровень проекта: агентный подход к моделированию

Цзин Фэн ¹ , Байцзянь Лю ¹, Хуанхуан Тан ¹ и Цинь Ван ^{2,*}

¹ Факультет архитектурного проектирования Хуаньшаньского инженерного института, Сяннань 411104, Китай; 20885@hnie.edu.cn (JF); liubaijian1998@outlook.com (BL); tanghuanhuan001@foxmail.com (JT)

² Факультет гражданского строительства, Центральный Южный университет, Чанша 410017, Китай

* Переписка: wqecsu@csu.edu.cn

Аннотация: Подрядчики играют решающую роль в обеспечении эффективных инноваций в строительных проектах, но ограниченные исследования были сосредоточены на инновационных возможностях подрядчиков. В этом исследовании используется комплексный подход, включая тематические исследования, опросы и интервью для сбора данных для анализа. На основе этого предложена концептуальная модель и построен режим моделирования, использующий агентное моделирование (ABM). ABM — это микроскопический подход «с низу вверх», который позволяет описывать и отслеживать агенты и взаимодействия. В этом исследовании предлагается новая концептуальная модель для изучения возникновения инновационного потенциала подрядчиков на уровне проекта с точки зрения потока знаний. Это заполняет пробел в исследованиях инновационного потенциала во временных межорганизационных проектах. Кроме того, с учетом особенностей проекта и участников разрабатывается имитационная модель ABM, позволяющая понять правила формирования и механизмы развития инновационного потенциала подрядчиков на уровне проекта. Выводы следующие: (1) Спрос на инновации стимулирует инновационное поведение различных субъектов проекта. (2) Достоинство знаний в открытых источниках и возможности других организаций создавать знания обеспечивают решающую поддержку. (3) Спрос на подрядчиков усваивать и интегрировать знания способствует для достижения инноваций. (4) Когда подрядчики обладают высоким потенциалом, эффективная синергия между организациями способствует получению инновационных результатов.

Ключевые слова: инновационный потенциал; агентное моделирование; передача знаний; появление



Цитирование: Фэн, Дж.; Лю, Б.; Тан, Дж.;

Ван, К. Появление инновационных возможностей подрядчика на уровне проекта: агентный подход к моделированию.

Здания 2023, 13, 2941. <https://doi.org/10.3390/buildings13122941>.

Академический редактор: Хорхе Лопес

Поступила: 23 октября 2023 г.

Пересмотрено: 16 ноября 2023 г.

Принято: 23 ноября 2023 г.

Опубликовано: 25 ноября 2023 г.



Копирайт: © 2023 авторов.

Лицензия MDPI, Базель, Швейцария.

Эта статья находится в открытом доступе. Распространяется на условиях и условиях Creative Commons

Лицензия с указанием авторства (CC BY) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Введение

Строительная отрасль занимает значительную позицию в устойчивом экономическом развитии как важный сектор национальной экономики. Уровень инноваций в этой отрасли напрямую влияет на ее вклад в экономический рост [1]. На конкурентном строительном рынке инновации играют решающую роль, помогая строительным компаниям улучшить возможности инженерных услуг и повысить конкурентоспособность рынка, чтобы быстрее реагировать на потребности владельцев и отвечать все более строгим социальным требованиям [2]. Несмотря на растущее внимание к инновациям в строительной отрасли, она часто подвергается критике за низкий уровень инноваций.

Инновационный потенциал является предпосылкой успешного внедрения инноваций внутри компании [3], поскольку он служит ценным активом для получения и поддержания конкурентного преимущества при достижении стратегических целей [4]. Предыдущие исследования изучали факторы, влияющие на инновации в строительстве, с разных точек зрения [5–7]. Однако подрядчикам, которые играют решающую роль во внедрении инноваций в строительстве, не уделяется достаточного внимания их инновационным возможностям на уровне проекта. С другой стороны, инновационный потенциал привлек внимание исследователей, и соответствующие исследования стали ориентированы на темы, но то, как повысить инновационный потенциал подрядчиков во временных проектах, не получило должного внимания и изучения.

Существуют значительные расхождения в проценте конечных результатов инновационного потенциала и анализа его организационных аспектов, что может быть связано с тем, что инновационный потенциал

потенциал не существует изолированно. Инновационный потенциал тесно связан с факторами окружающей среды, и его состав варьируется в зависимости от контекста. Например, существуют заметные различия в инновационном потенциале, необходимом для радикальных и постепенных инноваций [8]. Очевидно, что исследования инновационного потенциала должны учитывать его конкретный контекст. В строительной отрасли инновации происходят через различные структуры, в первую очередь на основе временных проектов. Инновационные усилия обусловлены требованиями проекта и демонстрируют ситуативную адаптивность [9]. Инновационный контекст в строительной отрасли заметно отличается от производственного, что создает проблемы для исследования инновационного потенциала подрядчиков.

Грант в своей новаторской работе по теории фирмы, основанной на знаниях, утверждал, что характеристики предприятия, характеристики знаний и процесс передачи знаний являются фундаментальными элементами, формирующими возможности формирования и развития предприятия [10]. Вебер и Хайденрайх определяют инновационный потенциал с точки зрения знаний как способность компании приобретать, усваивать и использовать новые знания для создания новых продуктов или услуг [11]. Следовательно, передача и интеграция знаний служат внутренними движущими силами инновационных возможностей подрядчиков.

Чтобы восполнить пробел в исследованиях, основанное на понимании инновационного потенциала, это исследование концентрируется на конкретных контекстах строительных проектов и исследует инновационные возможности подрядчиков с точки зрения передачи знаний. Это исследование не только способствует раскрытию загадочной природы инновационных возможностей подрядчиков в проектах, но и предоставляет подрядчикам теоретическую основу для развития своих инновационных возможностей.

Оставшаяся часть этой статьи организована следующим образом: во-первых, она предоставляет обзор литературы по двум основным направлениям инновационного потенциала и передачи знаний в строительных проектах. Затем предлагается концептуальная модель, основанная на сборе и анализе данных, а агентная модель (ABM) с использованием платформы NetLogo используется для моделирования процесса возникновения инновационного потенциала. Имитационная модель создается и проверяется в соответствии с соответствующими рекомендациями по моделированию ABM. Наконец, влияние различных комбинаций факторов на инновационный потенциал обсуждается и анализируется путем корректировки параметров.

2. Предыстория

2.1. Инновационный

Потенциал инновации — это внедрение нового или значительно улучшенного продукта (товара или услуги), процесса, нового метода маркетинга или нового организационного метода в деловой практике, организации рабочих мест или внешних связях [12]. Значение инноваций в достижении конкурентных преимуществ предприятий привлекло внимание ученых к инновационным возможностям. Из-за ложности концепции инновационного потенциала исследователи интерпретируют ее с разных точек зрения, включая динамические возможности, организационное обучение и теорию ресурсов. Инновационные возможности позволяют предприятиям быстро запускать новые продукты и внедрять новые системы. Следовательно, инновационный потенциал требует разнообразных ресурсов, активов и возможностей для процветания в динамичной среде [13]. Опираясь на функциональные и ресурсные элементы, инновационная способность может быть определена способностью к обучению, организационными способностями и людьми, обладающими специальными знаниями [14,15]. Глядя на организационное обучение для приобретения, образования и применения знаний, можно сказать, что эволюция инновационного потенциала предприятия включает в себя сложный процесс организационного обучения, включающий прогрессивный рост, рекомбинацию и использование корпоративных технологий и знаний рынка [16].

Существуют различные точки зрения относительно составляющих аспектов инновационного потенциала. Например, его можно разложить на способности восприятия, схватывания и трансформации в рамках одного измерения [17]. Альтернативно, более широкое измерение может включать лидерство, организационную культуру и использование знаний в категории инновационного потенциала [18,19]. Несмотря на различия в исследуемых перспективах, очевидно, что инновационный потенциал представляет собой всеобъемлющий потенциал. В отличие от производства, инновации в строительстве зачастую более временны, основаны на идеях участников. Принимая во внимание уникальные характеристики строительных инноваций, инновационный потенциал

определяется как способность участников приобретать и усваивать новые знания и трансформировать их. Эти знания в новые процессы, методы или модели обслуживания. Это включает в себя участие участников умение соединять внешние рынки и знания, а также интегрировать внутренние и внешние знания производственных процессах. Следовательно, инновационный потенциал неразрывно связан с внутренней и внешней деятельностью участников.

Существующие результаты исследований показывают, что факторы, влияющие на инновационный потенциал, охватывают различные аспекты, такие как управление знаниями внутри организации [20], организационная культура [21], организационное обучение [19], сотрудничество с внешними организациями, субъекты [22] и межорганизационные отношения [11]. Поскольку организации сталкиваются с ростом давления рынка, достижение быстрого реагирования на новые тенденции становится все более испытываемым. Соответственно, организации все больше полагаются на внешнюю энергию для повышения эффективности инновационного потенциала. Например, исследования, проведенные в обрабатывающей промышленности Ирана, подтвердили, что совместные инновационные сети способствуют развитию инноваций на предприятиях. потенциал, облегчая доступ к дополнительным ресурсам и способствуя обмену и обмен знаниями [23].

Существующие исследования в первую очередь направлены на изучение инновационного потенциала предприятия и отраслевого уровня с ограниченным упором на межорганизационные временные проекты. Кроме того, в большинстве исследований статически обсуждается взаимосвязь между влияющими факторами и пути, которые влияют на инновационный потенциал. Хотя существующие исследования предлагают понимание Что касается повышения инновационного потенциала, по-прежнему не хватает анализа с точки зрения процесса. Чтобы устранить этот пробел в исследованиях, в этом исследовании будет использоваться теория и методология сложных адаптивных систем для исследования возникающего процесса инновационного потенциала в рамках временных проектов.

2.2. Передача знаний в строительных проектах

Передача знаний включает в себя ассимиляцию, принятие, модификацию, трансформацию и распространение знаний [24]. Оно также включает в себя обдуманное и целенаправленное процесс обмена знаниями [25]. Ранние исследования в основном были сосредоточены на передаче знаний внутри организаций. Поскольку организации более тесно сотрудничают, перспективы исследований расширены, чтобы охватить межорганизационный контекст, включая корпоративные альянсы [26], открытые инновационные экосистемы [27] и многоагентные предприятия [28] и другие.

Организации сталкиваются с проблемой необходимости участвовать в передаче знаний, однако Этот процесс не так прост, как первоначально предполагалось, особенно когда он включает в себя межорганизационные взаимодействия, поскольку организационные границы могут оказывать значительное влияние. Даже когда передача знаний происходит между организациями, ее эффективность может быть поставлена под вопрос различными факторами, включая культурные различия и процедурные различия [29].

аналитическая основа, разработанная Шулански, всесторонне интегрирует влияющие элементы передачи знаний с точки зрения поставщиков знаний, с ам их знаний, получателей знаний и сценариев передачи [30]. Используя эту структуру, Истерби Смит сформулировал теоретическую модель межорганизационных знаний.

Передача, характеризующая отличительные признаки поставщиков знаний, содержание знаний, получателей знаний и сценарии передачи [29]. В последние годы ученые углубились

глубже изучить влияющие факторы с этих точек зрения. Например, в В контексте открытых инновационных экосистем такие факторы, как способность к освоению и организационная дистанция, рассматриваются наряду с характеристиками знаний, доверительными отношениями и готовностью учиться как важнейший фактор передачи знаний [27].

Условиях растущей сложности инженерных проектов большинство строительных предприятий осознали, что знания служат важнейшим источником возможностей проекта внутри проектных организаций [31]. Преимущества передачи знаний в рамках проектов давно признаны [32]. Однако в контексте проектов временность и децентрализация организаций создают серьезные проблемы для эффективная передача знаний. Исследования по передаче знаний в строительных проектах, с одной стороны, ориентированы на передачу знаний между различными проектными организациями внутри строительных предприятий. В исследованиях особое внимание уделяется изучению общих влияющих факторов, таких как

сх одс тво проекта, с жатые с роки проекта, геог рафичес кое рас стоя ние и корпоративная культура [33,34]. С друг ой с то ро ны, внимание на прав ле но на внут ри про ек тную ме жор г ани за ц и он ную пе ре да чу зна ний. Слож ност ь про ек тов тре бу ет ин те гра ц ии и при ме же ния ме жди ц и ли на рные зна ния . В ре зу лт ате у субъ ек тов с тро итель но го про ек та фор ми ру ют ся ин но ва ц ии. алья н сы с кон с ал тинг овы ми ин с ти ту та ми, уни вер с ите та ми и ака де ми че ск и ми ис сле до вате ль ск и ми под раз де ле ни я ми для ко ллек тив но го ре ше ния про блем [35]. При ме жор г ани за ц и он ной пе ре да че зна ний та кие фак то ры, как ха рак те рис ти ки про ек та, взаи мо от но ше ния учас тни ков, до ве рие ме жду учас тни ка ми, куль тур ные раз лич ия , ко ор ди ни ру ю щя роль вла де лъ ц а и с о от ветс тв ую щя по ли ти ка вк лю че ны в с фе ру дейс твия рас с ле до вание [25,36–38]. На ос но вании об шир ных ис сле до ваний Liu и Yu et al. с ис те ма ти че ск и об об щ и ли фак то ры, влия ю щие на пе ре да чу зна ний ме жду ор г ани за ц и я ми в ос но вных с ц е на рии про ек та и ис сле до вали при чи нно-с ледс твен ные с вя зи ме жду эти ми фак то ра ми [37].

Х от я пре ды ду щие ис сле до вания ши ро ко изу ча ли пе ре да чу зна ний в с тро ительс тве про ек ты с раз ных точ ек зре ния , на лич ие не сколь ких учас тв ую щих ор г ани за ц ий внут ри од ин про ек т ро ж да ет раз лич ные с ц е на рии ме жор г ани за ц и он ной пе ре да чи зна ний. С ле до вате ль но, не об х оди мо про ве с ти бо лее г лубо кое ис сле до вание, конк ре тно нац е лен ное на раз лич ные субъ ек ты, ответс твен ные за про ек т. Это ис сле до вание ос но ва но на пре ды ду щих ис сле до вания х и, в част ност и, фо ку с и ру ет ся на под ря дчи ках , ко то рые за ни ма ют ре ша ю щую по зи ц ию на эта пе ин же нер но го с тро ительс тва. Он при ни ма ет подх од, с ос редо то чен ный на раз ви тии ин но ва ц и он ных воз мож ност ей для изу че ния плав ный по ток и ин те г ри ро ван ное при ме не ние зна ний в раз лич ных ор г ани за ц и я х .

3. Методы

Как во вре мен ных про ек тах под ря дчик, как ос но вной учас тник, фор ми ру ет и раз ви вать с вой ин но ва ц и он ный по тенц и ал? Оче вид но, что это ди на ми че ск ий про ц ес с , и для то го , что бы под черк ну ть взаи мо дейс твие ме жду ос но вны ми иг ро ка ми, ПРО мо жет от ре аг и ро вать на это про бле му бо лее эф фе к тив но. С х е ма ис сле до вания по ка за на на рис ун ке 1 и вк лю ча ет че ты ре ос но вные эта пы: с бор ис х од ных дан ных , пред ло же ние кон ц еп ту аль ной мо де ли, по с тро ение ПРО, а на лиз и вы во ды. На на чаль ном эта пе с бо ра дан ных ис сле до вате льс кая г ру п па про ве ли ти пи чные те ма ти че ск ие ис сле до вания , про ве ли ин те рвью и дис кус с ии с с о от ветс тв ую щими с то ро на ми для у то чне ния ин но ва ц и он но го про ц ес са под ря дчи ка и форм взаи мо дейс твия с друг и ми учас тни ка ми. На ос но ве при ве де нно го вы ше а на лиз а дан ных предс тав ле на мо де л ь пе ре да чи зна ний. по с тро ить кон ц еп ту аль ную мо де л ь ин но ва ц и он но го по тенц и ала под ря дчи ков за с чет ис поль зо вания зна ний и ре сур с ов. С ог лас но про ц ес су ABM, мо де ли ро вание ве де т ся из перс пек ти ва зна ний и ре сур с ов, по ка зы ва ю щя взаи мо дейс твие ме жду под ря дчи ка ми учас тни ков и раз ви тие ин но ва ц и он но го по тенц и ала. На ко не ц , ис сле до вание про ц е ду ры а на лиз и ру ют ся , обс у ж да ют ся на прав ле ния у лу чше ния ин но ва ц и он но го по тенц и ала и предс тав ле ны вы во ды.

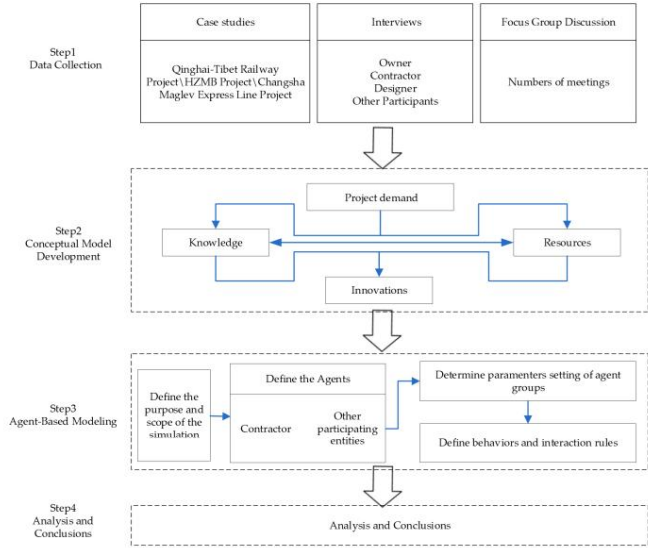


Рис унок 1. Ди зайн ис сле до вания .

3.1. С бор дан ных

С 2017 по 2020 г од мы про ве ли ком плекс ное ис сле до вание ин но ва ц и он ных прак тик в трех ре пре зен та тив ных ин же нер ных про ек тах : про ек те же лез но й до ро ги Цин х ай-Тибет, Про ек т туннеля Г ан конг -Ч жу х ай-Ма ко-Бридж-Айленд и бы вший про ек т с тро ительс тва туннеля на маг нитной подвесе Чан ша.

3.1. Сбор данных

С 2017 по 2020 г. одмы провели комплексное исследование инновационных практик в трех репрезентативных инженерных проектах: проекте железной дороги и Цинхай-Тибет, проекте туннеля Гонконг-Чжухай-Бридж-Ай-Макао и проекте Чанша-маглев-экспресс. Во-первых, исследовательская группа провела контент-анализ инженерных резюме, протоколов совещаний по обсуждению планов строительства, годовых технических резюме и заявок на патенты для трех случаев. Благодаря углубленному обсуждению внутри исследовательской группы мы лучше поняли распространение и типы инноваций. Затем мы выбрали 10 репрезентативных инновационных достижений, в том числе технологическое строительство вентиляционной трубы для туннеля, дорожное полотно в районах вечной мерзлоты, плато, план борьбы с трещинами в облицовочном бетоне на искусственном острове и установку высокоточных рельсовых путей F-образной формы. Они использовали в качестве материалов для облегчения следующего этапа интервью.

Опираясь на вышеупомянутые десять инновационных достижений, исследовательская группа приступила к сбору дополнительных онлайн-отчетов и литературных источников, способствуя предварительному пониманию их инновационных агентов, инновационных траекторий и координаторов инноваций. Опираясь на вышеупомянутую работу, исследовательская группа составила и усовершенствовала анкету полуструктурированного интервью. Анкета интервью включает следующие вопросы: (1) Какую проблему в основном решила эта программа или технология? (2) Как была предложена эта программа/технология? (3) Кто является заинтересованными сторонами, участвующими на протяжении всего процесса? (4) Какова роль этих заинтересованных сторон и поддержка, которую они оказывают? (5) Если в процессе формирования возникают какие-либо трудности, какие методы обычно используются для их устранения? (6) Каковы факторы, которые могут повлиять на приобретение знаний при поиске знаний из внешних источников для решения проблем? (7) Могут ли знания, полученные из внешних источников, использоваться непосредственно для решения проблем, с которыми мы сталкиваемся? (8) Какие условия необходимы, чтобы привести знания, полученные из внешних источников, в соответствие с проблемами, с которыми мы сталкиваемся? (9) Каковы затраты на приобретение знаний из внешних источников? (10) Каковы потенциальные выгоды от решения сложной проблемы?

Затем исследовательская группа провела интервью с подрядчиками и другими ключевыми заинтересованными сторонами посредством личных встреч, телефонных разговоров и видеоконференций, руководствуясь анкетой. Благодаря изменениям в составе персонала и контактных данных исследовательской группе удалось провести эффективные интервью по шести пунктам, в результате чего было получено 21 запись интервью, включая 13 аудиофайлов и 8 видеофайлов. Исходные файлы впоследствии были преобразованы в текстовые файлы и доработаны. Затем трое исследователей, работая один за другим, провели процесс извлечения, после чего последовало групповое обсуждение. После полного извлечения ключевого содержания была уточнена роль каждого участника инновационных достижений, а также процесс потока знаний и взаимодействия.

Основываясь на тщательной организации и анализе данных, исследовательская группа пригласила экспертов в области инженерных инноваций и участников с инновационным практическим опытом для участия в нескольких раундах обсуждений в фокус-группах. Учитывая географическое распределение участников, дискуссии проводились как онлайн, так и офлайн, длительностью 1–2 часа каждая встреча. В ходе этих обсуждений участники сравнили такие аспекты, как коэффициент знаний инновационных агентов, контекст проекта, ценность инновационных достижений, отношения между инновационными агентами, социальный и отраслевой ландшафт и т. д., связанные с этими шестью инновационными достижениями. Результаты этих обсуждений и сравнений могут предоставлять информацию для определения параметров в пр

3.2. Разработка концептуальной модели.

Опираясь на концепцию инновационного потенциала, данное исследование разрабатывает концептуальную модель возникновения инновационного потенциала подрядчиков в ответ на характеристики инноваций в строительных проектах, ориентированных на спрос. Для интеграции существующих исследований используется система передачи знаний, предложенная Истерби-Смитом и Лайлсом [29]. Окончательная концептуальная модель представлена на рисунке 2.

Опираясь на окончательную инновационного потенциала, данное исследование разрабатывает концептуальную модель возникновения инновационного потенциала подрядчика в ответ на характеристики инноваций в строительных проектах, ориентированных на спрос. Чтобы интегрировать существующие исследования упоминается структура передачи знаний, предложенная Истерби-Смитом и Лайлсом [29]. Окончательная концептуальная модель представлена на рисунке 2.

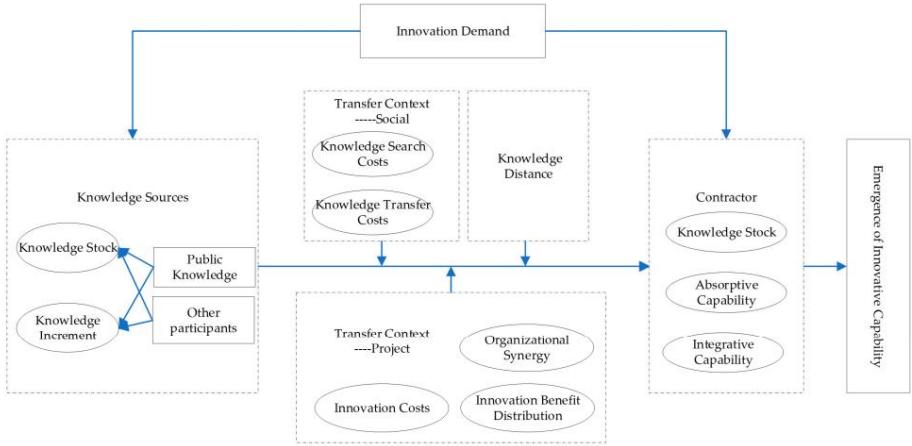


Рисунок 2. Концептуальная модель возникновения инновационного потенциала подрядчика

Концептуальная модель в основном состоит из инновационного процесса и источников знаний, подрядчика, сценария передачи и расстановки знаний.

Спрос на инновации

Инновации на уровне строительного проекта в первую очередь обусловлены проблемами, которые возникают в процессе строительства. Это включает в себя трудности в определении критических элементов, а также решение [39]. Это привлечение инноваций, обусловлено спросом на инновации, возникающий из-за сложности проекта. инженерная практика служит катализатором для подрядчика в поиске новых знаний, чтобы обогатить свои возможности и решить проблемы.

Источники знаний

На основе этой классификации в контексте инноваций в строительных проектах. На основе этой классификации в контексте инноваций в строительных проектах источники знаний делятся на две группы: общедоступные знания, доступные краевые источники делятся на две группы: общедоступные и участники инноваций, которые приобретают профессиональные каналы знаний: источник общедоступных знаний в первую очередь подчеркивает характеристики запаса знаний [37] и характеристики [40]. Возможны три типа передачи знаний. Передача знаний, инновации невозможны без передачи знаний подрядчиком, но участники не только передают знания подрядчику, но участники также могут получить знания в процессе сотрудничества с другими участниками инноваций, а также знания происходят рука об руку с процессом сотрудничества [25].

Учитывая эти характеристики, в исследовании изучался запас знаний, поглощаемый потенциал [29] и с помощью участников инноваций предоставлять знания [25].

Подрядчики

Распространенной формой является поиск внешних знаний, связанных с практическими проблемами. передачи знаний через репозитории. Пробел в знаниях служит отправной точкой передачи знаний и обеспечивает четкое руководство. В ходе этого процесса подрядчики, как получатели передаваемых знаний демонстрируют сильную готовность учиться. Однако их с помощью переносить внешние знания в свои внутренние операции и интегрировать их с существующими знаниями, с помощью роста с собственными знаниями, зависящий от нескольких факторов: запас знаний [27], с помощью к освоению [41] и с помощью к интеграции [42].

Контекст передачи

Передача знаний должна согласовываться с организационной культурой и социальными процессами, поскольку факторы сценария играют решающую роль во влиянии на передачу знаний [43]. На основе собранные данные, сценарии передачи знаний в общественной среде, инновации участники и подрядчики делятся на две категории: социальные сценарии и проектные сценарии. Подрядчики и деятельность по передаче внешних знаний встроены в социальный контекст, охватывающий такие факторы, как правовая система [28], политика [44], культура [28], и другие факторы, влияющие на эффективность передачи знаний. Более широкая социальная сценарии можно резюмировать как затраты на поиск знаний и затраты на передачу знаний.

В рамках проекта создан надежный канал передачи знаний между подрядчиками и участниками инноваций. Однако на эффективность этого трансфера влияют такие факторы, как организационная синергия, стоимость инноваций, распределение доходов от инноваций [45] и другие соображения.

Расстояние знаний

Хотя существует достаточно доказательств того, что характеристики знаний, такие как неясность, нечеткость или сложность, влияют на передачу знаний [29], строительные проекты выигрывают от обширных каналов связи и частого обмена знаниями во время передачи знаний. В ходе этого процесса обе стороны лучше понимают полученные знания, что позволяет им преодолевать препятствия, связанные с неясными знаниями, нечеткостью и другими характеристиками, которые могут в некоторой степени препятствовать потоку знаний. Однако важно учитывать дистанцию знаний, которая отражает уровень сходства знаний источника и получателя [46]. Тем не менее, из-за ограничений в отношении к освоению и существованию запасов знаний [47], когда между двумя сторонами существует значительная дистанция знаний, преобразование внешних знаний во внутренние знания становится сложной задачей.

3.3. Выбор метода моделирования. Исход

Из теории сложных адаптивных систем, инновационный потенциал подрядчиков в проектах возникает как возникающее явление в результате их взаимодействия с другими участниками инноваций в рамках конкретных сценариев. Изучение лежащих в основе микропроцессов позволяет более четко понять процесс развития этой возможности. Метод агентного моделирования (ABM) сочетает в себе моделирование и симуляцию основных элементов и взаимодействий внутри сложных систем, тем самым интегрируя микрокопическое поведение с макрокопическими явлениями «возникновения». ABM — эффективный метод моделирования, который объединяет анализ «сверху вниз» и синтез «снизу вверх», что делает его очень ценным при изучении сложных адаптивных систем [48].

NetLogo 6.3.0 — это программное обеспечение для многоагентного программируемого моделирования, которое можно использовать для изучения взаимодействия между несколькими разнородными агентами и явления их взаимодействия с течением времени. Висследования по имитационному моделированию на основе агентного моделирования (ABM) NetLogo широко используются, среди прочего, в таких областях, как распространение вирусов [49] и управление проектами [50]. На основе обзора соответствующей литературы выбран метод агентного моделирования (ABM) и платформа моделирования NetLogo для моделирования процесса возникновения инновационного потенциала подрядчика.

4. Описание модели появления инновационного потенциала

Чтобы прояснить возникновение инновационного потенциала, путем изучения инновационного процесса строительных проектов была построена имитационная модель с использованием модели хищничества волков и овец из NetLogo. Модель волк-овца описывает взаимодействие между двумя популяциями волков и коз в общей среде обитания. Используя эту модель для справки, взаимодействие между подрядчиками и другими участниками инновационного процесса можно описать посредством разумных наборов параметров. Раздел описания модели включает (1) исходительские предположения, (2) операционные процессы, (3) наборы параметров модели и (4) разработку стратегий поведения и взаимодействия.

4.1. Предположения исследования

Допущение 1. Возникновение инновационного потенциала подрядчиков рассматривается исключительно в контексте проектного взаимодействия между подрядчиком, окружающей средой и другими участниками, занимающимися инновациями.

Предположение 2. Информация из общедоступных источников знаний распространяется повсеместно в среде модели и положительно влияет на рост.

Допущение 3. Различные типы и уровни инноваций требуют различных резервов знаний, демонстрируя уникальные затраты и выгоды. В соответствии с направленностью исследования, эти вариации не всесторонне исследованы в рамках модели, но считаются непротиворечивыми.

Предположение 4. Различные типы и уровни инноваций предполагают особые требования к расстоянию между знаниями для эффективной передачи знаний. Из-за направленности моделирования эти различия не будут устранены. должны быть широко рассмотрены и предполагается, что они останутся последовательными. Их решимость во время последующего процесса моделирования будет основан на реальном контексте.

4.2. Операционные процессы
На основе инновационного процесса и модели поведения субъектов в строительном машиностроении мы разработали имитационную модель рабочего процесса, как показано на рисунке 3.

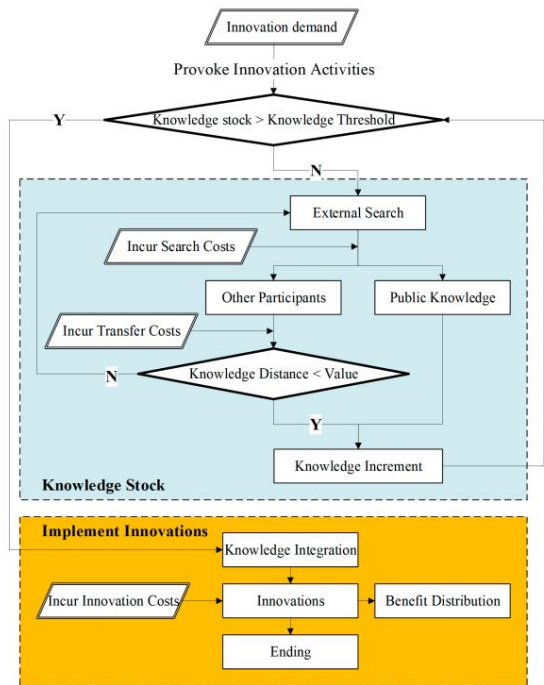


Рисунок 3. Блок-схема работы моделирования.

4.3. Настройка параметров моделирования
Временные параметры моделирования отрасли, инноваций в строительном машиностроении во многом зависят от требований конкретного проекта. Когда на этапе строительства возникает потребность в инновациях, подрядчик, как ответственный за активное участие в разработке проекта, штрафует отдельно, в соответствии с моделированием оперативного процесса. Детерминированно-инновационная деятельность.
На изменение диапазонов была достигнута за счет сочетания анализа конкретных случаев и Шага 2: Инновационная деятельность включает в себя процесс преобразования и применения знаний, целенаправленные групповые дискуссии. Таблицы 1 и 2, соответственно, содержат определения и показывают, где инновационные требования вызывают требования к знаниям. Если знания подрядчиков описания с соответствующими переменными. Если знания подрядчиков превышают порог знаний, они могут напрямую участвовать в инновационной деятельности и добиваться инновационных результатов. Однако, если их знания не соответствуют окружающей среде, порог знаний, это приводит к пробелу в знаниях.

Имя переменной	Переменная	Значение	Шкала
P_знание	Порог знаний	Порог знаний, необходимый для проведения исследований и разработок	[0-20]
Значение_силы	Сила	Сила инновационных организаций	[0-200]
Initial_sheep	Инициализация	Инициализация знаний субъектов	[0-30]
Начальные_знания	Знания	Начальные знания субъектов	[0-100]
Strength_produce	Сила	Сила инновационных организаций	[0-0,5]
Знание_продукт	Знания	Знания субъектов инновационной деятельности	[0-0,5]

Таблица 2. Определение и описание основных переменных инновационного процесса.

Имя переменной	Переменная	Значение	Шкала
Категория	Иновационный процесс	Спрос на инновации в инженерных проектах	Вкл./
Номер	Стоимость перемещения	Стоимость организации, ищущих знания	выкл. 0-10

Таблица 1. Определение и описание основных переменных системного окружения.

Имя переменной	Тип переменной	Переменная	Значение	Диапазон настр ойки
P_знание	чис ло	Объем знаний, с одержащих ся в патче		[0–20]
Значение_с илы	чис ло	С пос обнос ть инновац ионных субъектов нес ти с оответс твую щие затраты		[0–200]
Initial_sheep	чис ло	Количество овец в ис х одном с остоя нии		[0–30]
Начальные_знания	номер	Начальный уровень знаний с ущнос тей		[0–100]
Strength_produce	номер	Е с тес твенный темпр оста с илы		[0–0,5]
Знание_продукт	номер	С к орос ть с оздания знаний субъектами		[0–0,5]

Таблица 2. Определение и описание основных переменных инновационного процесса.

Имя переменной	Тип переменной	Переменная	Значение	Шкала
Категория Инновации_с_прос		Спрос на инновации в инженерных проектах		Вкл/выкл
HomepMove_cost		Стоимость осуществления, ищущих знания		[0-10]
HomepTransfer_cost		Стоимость трансфера знаний для инновационных субъектов		[0-20]
HomepAbsorb_value		Способность инноваций поглощать знания		[0-1]
HomepTransfer_value		Способность интегрировать знания для достижения инноваций		[0-1]
Знания 2020гг, Инновационный потенциал ЮЭК С ПЕРТИЗУ		Стоимость инноваций		[0-50]
HomepInnovate_gain		Преимущества инноваций		[0-80]
Synergy_value	число	Степень синергии между инновационными субъектами		[0-1]

На основе представленных моделей и сформулированных предположений к полученным в ходе исследования результатам и интересным моделям были применены следующие приемы, которые позволили выявить наиболее интересные модели в зависимости от предположений, к которым относятся на рисунке 4, с начальными значениями параметров, а также значения параметров.

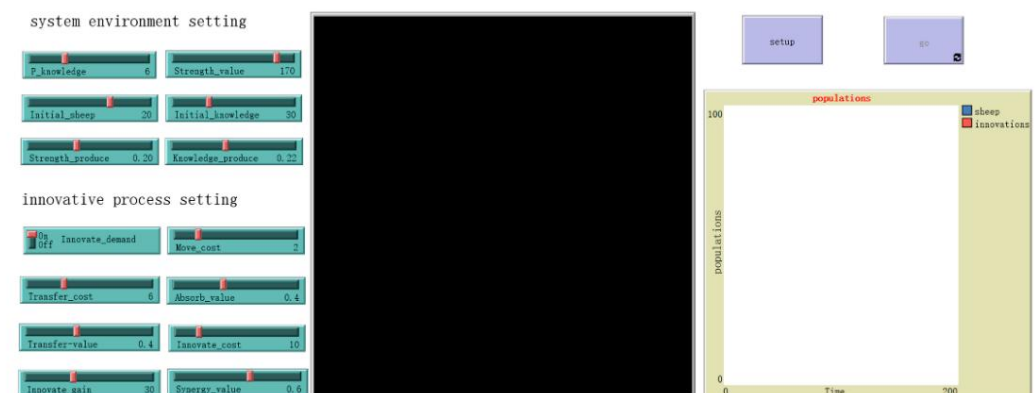


Рисунок 4. Интерфейс модели вычислительного эксперимента.

Команда нас тройки ис пользуется для установки или сброса среды моделирования. Команда Go выполняет имитационную модель и записывает выходные данные системы. Управляйте ползунком, чтобы создавать различные комбинации параметров, моделируя тем самым разнообразные сценарии инноваций в строительных проектах. После 200-кратной итерации модели выходные данные модели соответствуют количеству инновационным достижениям.

Команда на тройки используется для установки или сброса среды моделирования. Команда Go выполняет имитационную модель и записывает выходные данные с темы. Манипулировать ползунком для создания различных комбинаций параметров, тем самым моделируя разнообразные сценарии инноваций в строительных проектах. После итерации модели 200 раз выходные данные Модель соответствует количеству овец и инновационным достижениям.

4.4. Разработка стратегии поведения и взаимодействия

Подрядчики и другие участники наделены двумя различными атрибутами: знаниями (k_1) и возможностью (k_2) соответственно. На основе действий этих субъектов в инновационном строительном проекте были разработаны конкретные стратегии поведения и взаимодействия, облегчить процесс моделирования.

(1) Стратегия поведения подрядчика

Поведение 1: Поиск общедоступных знаний. Объем знаний, которые подрядчики получить из публичного пространства представляется как

$$wolf_k1 = P_знание \quad поглощающее_значение \quad (1)$$

Изменение силы представляется как

$$wolf_k2 = (move_cost) \quad (2)$$

Поведение 2: Обмениваться знаниями с другими участниками (овцами). Знание значения изменения для обеих сторон представлено как

$$wolf_k1 = osheep_k1 \quad Absorb_value \quad \beta_1 \quad \lambda_1 \quad (3)$$

$$osheep_k1 = wolf_k1 \quad Absorb_value \quad \beta_2 \quad \lambda_2 \quad (4)$$

где:

β_1 — влияние инновационного спроса на трансфер знаний подрядчика;

λ_1 — Влияние организационной инергии на передачу знаний;

β_2 — Влияние инновационных требований на передачу знаний между обменниками;

λ_2 — Влияние организационной инергии на передачу знаний между обменниками.

Изменение силы для обеих сторон представлено как

$$wolf_k2 = transfer_cost \quad \beta_3 \quad \lambda_3 \quad (5)$$

$$osheep_k2 = transfer_cost \quad \beta_4 \quad \lambda_4 \quad (6)$$

где:

β_3 — Влияние спроса на инновации на затраты на передачу подрядчика;

λ_3 — Влияние организационной инергии на затраты на передачу подрядчика;

β_4 — Влияние инновационного спроса на трансфертную стоимость обменников;

λ_4 — Влияние организационной инергии на стоимость трансфера обменников.

Поведение 3: Инновации. Изменение знаний и силы подрядчиков за счет инновация выражается как

$$wolf_k1 = TV/\beta_5 \quad (7)$$

$$wolf_k2 = \theta \quad innovate_gain \quad \delta \quad innovate_cost \quad (8)$$

где:

β_5 — Стоимость подрядчиков интегрировать знания;

θ — коэффициент распределения выгоды от инноваций;

δ — соотношение распределения затрат на инновации;

TV — порог инновационных знаний.

Поведение 4: Смерть. Когда с илы подрядчика и черпаны и он уходит из инновационная деятельность считается смертью.

(2) Стратегии поведения других участников.

Поведение 1: Поиск общедоступных знаний. Объем знаний, который другие инновационные субъекты, получаемые из публичного пространства, представлены как

$$ovc_k1 = P_знание \quad поглощающее_значение \quad (9)$$

Изменение с илы представляется как

$$sheep_k2 = (move_cost) \quad (10)$$

Поведение 2: Обмен знаниями с подрядчиками выражается формулой (4), а обмен знаниями с другими участниками выражается как

$$osheepi_k1 = wolf_k1 \quad rand(absorb_value) \quad \beta_6 \quad \lambda_5 \quad (11)$$

$$osheepj_k1 = wolf_k1 \quad rand(absorb_value) \quad \beta_7 \quad \lambda_6 \quad (12)$$

где: β_6

— Влияние инновационного пространства на передачу знаний в ошипи; λ_5 — Влияние организационной синергии на передачу знаний в ошипи; β_7 — Влияние инновационного пространства на передачу знаний в сфере охраны труда; λ_6 — Влияние организационной синергии на передачу знаний в сфере здравоохранения.

Поведение 3: Рост с илы. Силаостальных участников увеличивается с неопределенной скоростью роста, которая выражается формулой (13). Рост с илы, полученный за счет инновационного одоода, выражается формулой (14).

$$ovc_k2 = ovc_k2 \quad rand(cila_производство) \quad (13)$$

$$sheep_k2 = \theta \quad innovate_gain \quad (14)$$

Поведение 4: Смерть. Когда подрядчики выходят, инновационная деятельность прекращается, и другие участники также выходят, что указывает на смерть. Когда подрядчики продолжают инновационную деятельность, а другие субъекты и черпывают с вои с илы, они отказываются от инноваций, что также представляется обоим с мерть.

4.5. Проверка модели

ABM не предлагает краткого описания данного объяснения. Скорее, он с лужит концептуальным экспериментом, объясняя взаимодействие между отдельными субъектами [51,52]. ABM уделяет больше внимания данным, связанным с релевантными категориями, а не просто категориями состояний. Это различие подчеркивает сложность проверки ABM по сравнению с моделями агрегирования, которые объясняют ложные явления с помощью уравнений и ограниченного набора переменных. Фиоретти утверждает, что, несмотря на то, что модель является упрощенной эммуляцией реальности, валидация модели может быть достигнута путем успешной инкапсуляции фундаментальных свойств реальности [52]. В соответствии с этой точкой зрения, валидация ABM придерживается принципов, изложенных Рэндом и Расом [53].

Что касается прогностического тестирования, то модульное тестирование и детализация кода проводились для обеспечения точного представления входных и выходных данных для каждого модуля, а также логического функционирования модели для концептуальных экспериментов. Были созданы конкретные сценарии и выполнена модель для проверки ожидаемого поведения. Например, модель тестировалась при следующих сценариях: (1) когда в проекте нет пространства инноваций, инновационных достижений меньше; (2) инновационные достижения значительно возрастают при поддержке внешней передачи знаний; (3) инновационный потенциал – это

всеобъемлющее умение. Модель работала, как и ожидалось, при различных сценариях, которые предоставили некоторую проверку.

Кроме того, сравнение операционных результатов модели с реальными данными является важным методом проверки [53]. Исследовательская группа выбрала несколько инновационных сценариев из типовых инженерных случаев, определяемые переменные параметры с учетом, и сравнили полученные результаты с фактическими результатами оценки. Несмотря на возможные предубеждения, это примечательно, что модель предлагает упрощенное воспроизведение реальности. Учитывая тонкости модели взаимодействия и ограничения на валидацию, возникающие из-за отсутствия реляционной данных, валидация модели зависела от единого признания ее интерпретации участниками инноваций [52].

5. Результаты и обсуждение.

Сетевой логотип составляется с большим количеством моделей, а модель волка-овцы в качестве модели описания двойных типов агентов обладает высокой степенью гибкости. По мотивам волка-овцы, в исследовании подрачник был изображен как волк, а другие участники — как овцы. На то же время общественное знание определялось как пастбище. Процесс взаимодействия между подрачником и другими участниками, два разнородных объекта, были смоделированы. Основанный на

ПРОВЕРКИ результатов моделирования мы исследуем влияние основных факторов на инновационный потенциал.

5.1. Влияние инновационного спроса

Согласно определению инновационного спроса, это желание приобрести инновационный продукт. Инновационный спрос является важным фактором, влияющим на инновационный потенциал. Влияние инновационного спроса на инновационный потенциал можно увидеть на рисунке 5. Увеличение инновационного спроса приводит к увеличению инновационного потенциала. Это происходит потому, что инновационный спрос является фактором, влияющим на инновационный потенциал. Влияние инновационного спроса на инновационный потенциал можно увидеть на рисунке 5. Увеличение инновационного спроса приводит к увеличению инновационного потенциала. Это происходит потому, что инновационный спрос является фактором, влияющим на инновационный потенциал.

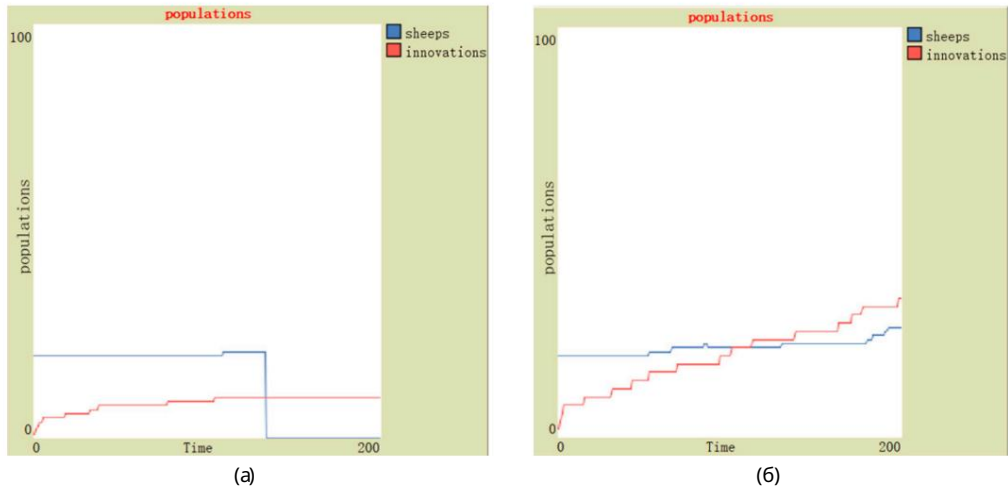


Рисунок 5. Влияние инновационного спроса на инновационный потенциал (а) и инновационный спрос ВКЛ; (б) спрос на инновации ВКЛ. (6)

Результаты моделирования могут быть вызваны двумя причинами. (1) Если спрос на инновации увеличивается, то инновационный потенциал увеличивается. Это происходит потому, что инновационный спрос является фактором, влияющим на инновационный потенциал. Влияние инновационного спроса на инновационный потенциал можно увидеть на рисунке 5. Увеличение инновационного спроса приводит к увеличению инновационного потенциала. Это происходит потому, что инновационный спрос является фактором, влияющим на инновационный потенциал. (2) И наоборот, атрибут спроса на инновации EFF указывает на отсутствие инноваций в проекте. Это происходит потому, что инновационный спрос является фактором, влияющим на инновационный потенциал. Влияние инновационного спроса на инновационный потенциал можно увидеть на рисунке 5. Увеличение инновационного спроса приводит к увеличению инновационного потенциала. Это происходит потому, что инновационный спрос является фактором, влияющим на инновационный потенциал.

тогда они оказываются в невыгодном положении в получении инновационных ресурсов и выгоды. Следовательно, когда проект Спрос на инновации не имеет ограничений инноваций является разумным выбором стратегии подрайчика для подрайчиков, с которыми при этом инновационные возможности подрайчиков на более низком уровне. Эти результаты согласуются с результатами существующих исследований [9,39]. Контрастные инновации Спрос подчеркивает обусловленный спросом характер инноваций в строительной технике, что влечет за собой приведение инновационной деятельности в соответствие с требованиями проекта для обеспечения комплексного решения [54].

5.2. Влияние инновационной среды

Настройте атрибут спроса на инновации как «включено», установите количество участников других предприятий, занимающихся инновациями, до 20 и присвойте значение 0,2 производительности. Оставьте значение по умолчанию значения остальных переменных инновационного процесса. Корректируя инновационную переменную среды (таблица 3), изучите влияние инновационной среды на инновационный потенциал подрайчика в проекте. Комбинация а изображает обстановку где общая инновационная среда является значительно ложной. Комбинация b изображает ситуацию, в которой общая инновационная среда относительно дружелюбна. Комбинация c описывает ситуацию, в которой P_знания относительно ограничены, а Knowledge_produce низкое, но Strength_value и Initial_knowledge относительно низкие. Комбинация d отображает ситуацию, в которой P_knowledge относительно обильна, а Knowledge_produce низкая, но Strength_value и Initial_knowledge равны. относительно ограничен. Сравните результаты по различным комбинациям переменных, как показано на рисунке 6.

Таблица 3. Комбинация переменных окружающей среды.

Комбинация	Переменная	Параметр	Переменная	Параметр
a	P_знание	5	Начальные_знания	20
	Значение_силы	150	Знание_продукт	0,2
b	P_знание	8	Начальные_знания	40
	Значение_силы	180	Знание_продукт	0,4
c	P_знание	5	Начальные_знания	40
	Значение_силы	180	Знание_продукт	0,2
d	P_знание	8	Начальные_знания	20
	Значение_силы	150	Знание_продукт	0,4

По сравнению с рисунками 6a,c увеличение P_knowledge и Strength_value не дало никаких результатов. Существенная разница в инновационных достижениях в пределах 200 итераций, лишь незначительная преимущественно в скорости. Аналогично, по сравнению с рис. 6b,d, с снижением Initial_knowledge и Strength_value умеренно с низил нововведения, хотя и в узком объеме. В целом сравнение четырех цифр показывает, что инновационный потенциал подрайчика находится на высоком уровне. Заметное влияние оказывают два параметра инновационной среды: P_knowledge и Знание_продукт.

Вопреки существующим исследованиям [55,56], исследование показывает, что более высокие начальные знания не обязательно могут способствовать улучшению инновационного потенциала подрайчиков. Это может быть связано с ориентированным на спрос характером строительных инноваций. На с другой стороны, более высокий уровень общих знаний и более высокая производительность знаний могут лучше способствовать инновационному потенциалу подрайчиков. Это согласуется с существующими исследованиями выводы в некоторой степени [57,58]. В инновационной среде с общими знаниями подрайчики получают доступ к большому количеству знаний с минимальными затратами для обеспечения инноваций. Уникальность строительных проектов требует, чтобы существующие знания были объединены с конкретными проектами. условия для достижения инноваций. Это дает подрайчикам полезную информацию для рационального выбора партнеров.

Machine Translated by Google

Сравните рисунок, увеличение знаний и значение ресурса, да, никакой существенной разницы в инновационных достижениях в течение 200 итераций нет, только незначительное преимущество в скорости. Аналогичным образом, по сравнению с рис. 6b,d, с снижением Initial_knowledge и Strength_value умеренно снилось количество инноваций, хотя и в узком объеме. Всестороннее сравнение четырех цифр показывает инновационный потенциал подражателя, замечательное влияние оказывают два параметра инновационной среды: P_knowledge и Knowledge_produce.

Здания 2023, 13, 2941 г.

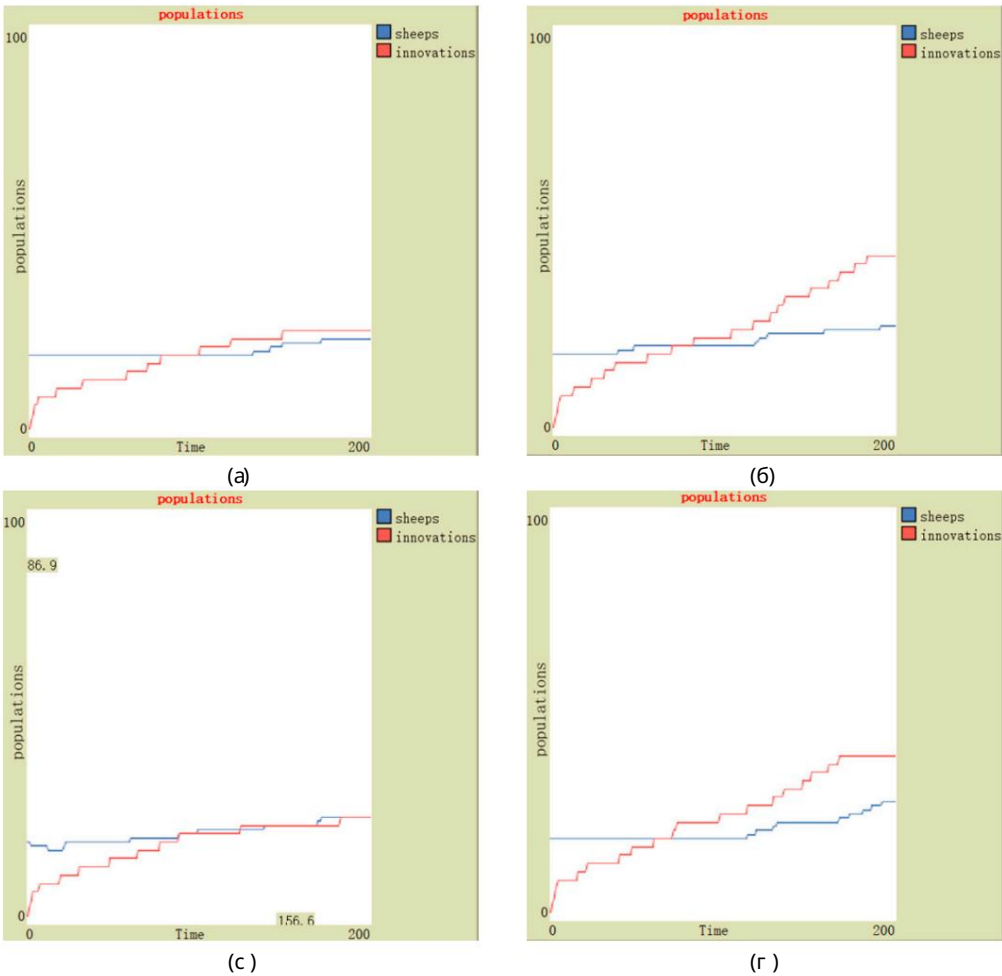


Рисунок 6. Влияние инновационной среды на инновационный потенциал. (а) Комбинация а; б – комбинация б; (в) комбинация в; (г) комбинация г.

5.3. Влияние возможностей освоения и интеграции знаний Подражника

Настройте innovate_demand как включенное, начальное количество других инновационных объектов как 20, а Strength_produce — 0,2. Инновационную среду характеризуют четыре параметра: P_knowledge, Initial_knowledge, Strength_value и Knowledge_produce. Более высокие уровни этих параметров настроены как 8, 40, 180 и 0,4 соответственно, тогда как нижние уровни установлены на 5, 20, 150 и 0,2 соответственно. Все остальные переменные остаются по умолчанию. Варьируйте с помощью к усвоению и интеграции знаний (табл. 4) на изучение их влияние на инновационные возможности подражателей при неизменных других факторах.

Таблица 4. Комбинация параметров возможностей.

Комбинация	Переменная	Параметр	Переменная	Параметр
а	Поглотить_значение	0,4	Transfer_value	0,4
б	Поглотить_значение	0,6	Transfer_value	0,4
с	Поглотить_значение	0,4	Transfer_value	0,6
д	Поглотить_значение	0,6	Transfer_value	0,6

Всестороннее сравнение рисунков 7 и 8 показывает, что обе возможности усвоения знаний и с помощью интегрировать знания существенно влияют на результат инновационных достижений. Это согласуется с существующими результатами исследований [42,59,60]. В процессе передачи знаний с помощью к усвоению является ключевым фактором, влияющим на эффективное приобретение внешних знаний получателями знаний [61] и интеграция

Инновации, достигаемые в инновационной среде высокого уровня, несмотря на низкий уровень поглощения, все еще может иметь значительные преимущества с сочетанием с высокой возможностью интеграции. Инновационная среда высокого уровня предлагает более удобный способ получения знаний, частично компенсирующие проблему с лагами знаний поглощения. Следовательно, различные уровни инновационной среды демонстрируют

Здания 2023, 13, x НАЭКСЕРТУЮКСЕРТИВУ различные результаты с точки зрения инновационных результатов при сравнении низкой популяции с по отношению и высокая интеграционная с по отно-

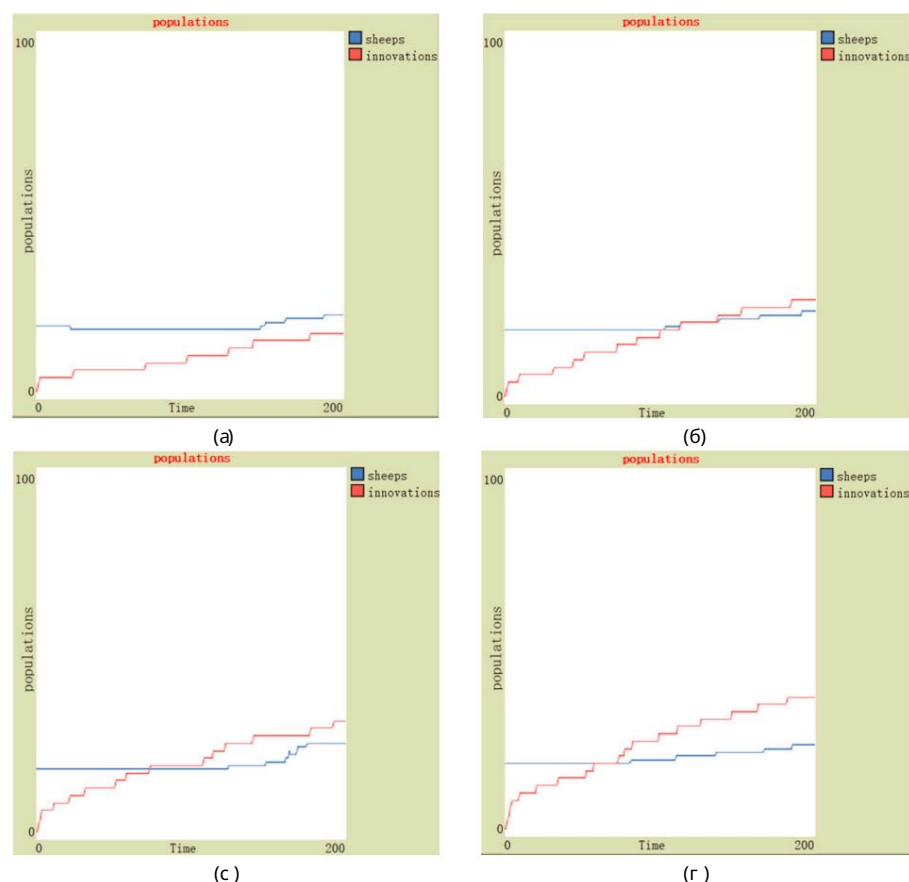


Рисунок 8. Влияние возможной способности интегрировать знания на инновационный потенциал (инновационная среда низкого уровня). (а) Комбинация а, (б) комбинация б, (в) комбинация в; (г) комбинация г.

5.4. Влияние организационной синергии

Одновременное усиление этих двух возможностей приводит к росту инновационных достижений. Установите параметры инновационной среды назначения по умолчанию. Настройте две комбинации очевидны, однако следует отметить, что инновационная среда низкого уровня имеет с по отношению к усвоению знаний и с по отношению к интеграции на уровне 0,6 и 0,4 оказывают сильное тормозящее воздействие на эффективность этих с по отношению. В такой обстановке перспективно варьировать степень организационной синергии и оценивайте ее влияние на контраст первоначальный запас знаний подражания является основной поддержкой для достижения инноваций. Для инновационного потенциала, при сохранении всех остальных факторов постоянными, результаты показаны на рисунках 9 и 10.

5.4. Влияние организационной синергии

Установите параметры инновационной среды назначения по умолчанию. Настройте две комбинации с по отношением усваивать знания и с по отношением к интеграции на уровне 0,6 и 0,4 соответственно. Изменяйте степень организационной синергии и оценивайте ее влияние на инновационный потенциал, сохраняя все остальные факторы постоянными, результаты показаны на рисунках 9 и 10.

В существующих результатах исследований имеются противоречия относительно влияния синергии на инновации. Например, некоторые исследования подтверждают его положительное влияние на инновации [63], в то время как другие полагают, что эффект между ними незначителен [64]. Это несоответствие является также отражено в результатах моделирования. Как показано на рисунке 10, хотя организационная синергия влияет на инновационный потенциал, ее влияние существенно варьируется в зависимости от контекста. Обладая высокими возможностями поглощения и интеграции, заметно повышает синергию с 0,4 до 0,6, ускоряет рост инноваций, почти удваивая достижения. Однако при низком уровне возможностей, различные уровни синергии показали незначительные различия в инновационных достижениях. Роль организационной синергии в инновациях недооценена возможностями усваивать и интегрировать знания, что соответствует исследованиям Наджафи Тавани и его коллег [23]. Расширение синергии может несколько уменьшить обмен знаниями.

Рисунок 8. Влияние возможностей поглощения и интеграции знаний на инновационный потенциал (инновационная среда низкого уровня). (а) Комбинация α (б) комбинация β ; (в) комбинация γ ; (г) комбинация δ .

Установите параметры инновационной среды назначения по умолчанию. Насколько две комбинации с возможностью усвоения знаний и возможностью интеграции на уровне 0,6 и 0,4, переопределите затраты и увеличивают эффективность передачи. Однако его эффективность зависит от способности на возможности интеграции и контроля. Преимуществом этого анализа является то, что он не требует знания точных значений параметров, влияющих на результаты. Результаты являются высокими.

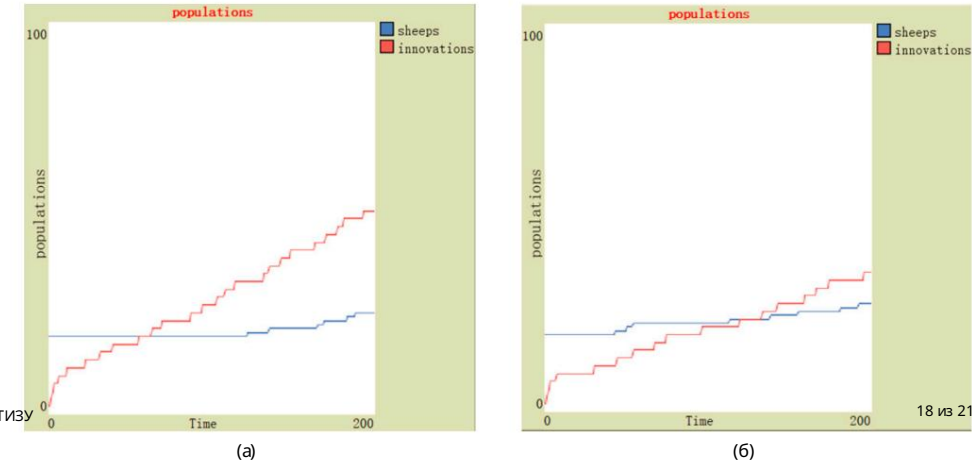


Рисунок 9. Влияние организационной синергии на инновационный потенциал (возможности высокого уровня). Рисунок 9. Влияние организационной синергии на инновационный потенциал (возможности высокого уровня). (а) с тем же уровнем возможностей 0,6; (б) 0,4 с тем же уровнем возможностей. (а) с тем же уровнем возможностей 0,6; (б) 0,4 с тем же уровнем возможностей.

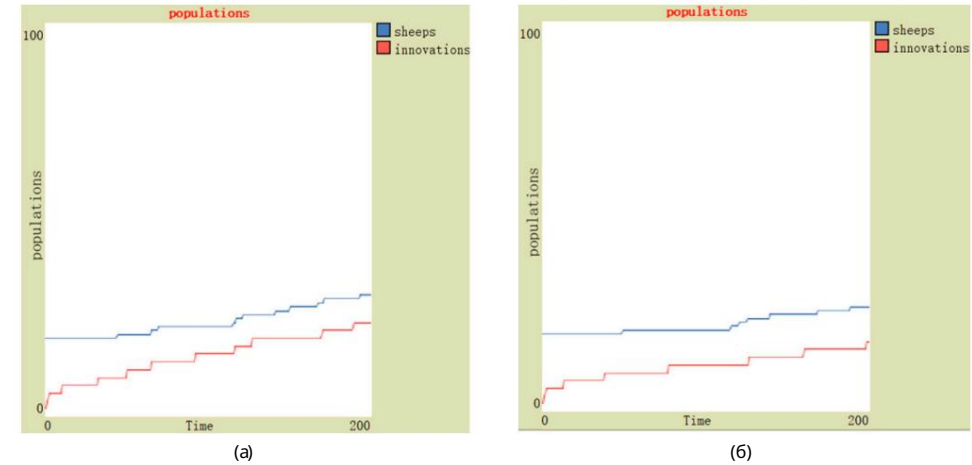


Рисунок 10. Влияние организационной синергии на инновационный потенциал (возможности высокого уровня). (а) с тем же уровнем возможностей 0,6; (б) 0,4 с тем же уровнем возможностей. (а) с тем же уровнем возможностей 0,6; (б) 0,4 с тем же уровнем возможностей.

на основании полученных результатов исследований имеются противоречия относительно влияния синергии инноваций. Например, некоторые исследования подтверждают его положительное влияние на инновации [63]. В то время как в этом исследовании для изучения конструкции используются агентное моделирование и теория сложности, другие полагают, что эффект между ними не является значительным [64]. Эта несогласованность инноваций, имитирующая развитие инновационного потенциала подчиненных в рамках проекта. Прежде чем приступить к совместным инновациям, подчиненные должны оценить партнеров на основе знаний: синергия влияет на инновационный потенциал, ее влияние существенно варьируется в зависимости от контекста: сильные стороны ранения и создания, обеспечение адекватной поддержки знаний, адекватное развитие. Обладая высокими возможностями поглощения и интеграции, повышение синергии с 0,4 до 0,6 балла – благоприятная среда для инноваций. Совместные инновации могут не способствовать инновациям значительного роста инноваций, почти удваивая достижения. Однако в этом случае возможности поглощения и интеграции подчиненных ограничены. Будучи лидерами инноваций, низкие возможности, различные уровни синергии показали незначительные различия в отличительных с помощью инновационных подчиненных, лежащих в основе инноваций на уровне проекта. Таким образом, подчиненные должны уделять первоочередное внимание расширению возможностей усвоения и интеграции знаний. С помощью поглощения и интеграции знаний, что согласуется с исследованиями Надажи. Таким образом, можно повысить эффективность межорганизационной передачи и использования знаний. Тавани и его коллеги [23]. Расширение синергии может не только уменьшить объем знаний за счет совместного управления между организациями. Применяя сложную систему, можно изменить затраты и повысить эффективность передачи. Тем не менее, ее эффективность зависит от поглощения: подчиненные получают основу для эффективного укрепления инновационного потенциала внутри страны. Преимуществом организационной синергии с точки зрения очевидных лишь на временных проектах. К сожалению, возможности высоки.

Это исследование вносит вклад в литературу по инновациям в строительстве через несколько перспектив. Во-первых, оно исследует инновационные возможности подчиненных в рамках временных межорганизационных проектов. Хотя инновационные возможности получили существенное развитие в этом исследовании, используется агентное моделирование и теория сложности для изучения инноваций в строительстве, моделируя развитие инновационного потенциала подчиненных на уровне проекта. Прежде чем приступить к совместным инновациям, подчиненные должны оценить партнеров на основе сильных сторон ранения и создания знаний, обеспечивая адекватную поддержку знаний и создавая благоприятную среду для инноваций. Совместные инновации могут не способствовать инновациям.

Внимание, исследование инновационных возможностей в контексте межорганизационных проектов было ограничено. Учитывая ключевую роль подрядчиков в реализации проектов, данное исследование оттачивает их инновационные возможности на уровне проекта, углубляя связь механизмы, управляющие процессами их разработки в рамках проектов. Это исследование обогащает понимание развития инновационного потенциала в межорганизационных проектах, расширяя знания в области управления строительными проектами и управления инновациями.

Во-вторых, в этом исследовании используется агентное моделирование для анализа инновационных возможностей подрядчиков, что отличается от рассмотренных качественных или количественных подходов, ориентированных на статические соотношения факторов. Моделирование механизма динамического развития инновационного потенциала дает новые идеи.

Наконец, это исследование улучшает понимание инновационных возможностей в межорганизационных проектах. Результаты моделирования показывают, что в благоприятном инновационном климате Китая (1) поглощение и интеграция знаний подрядчиков имеют основополагающее значение для инновационного мастерства, (2) другие участники должны выбираться на основе накопления и роста знаний и (3) управление синергией поддерживает только инновации. Когда возможности подрядчика достигнут достаточного уровня.

Однако это исследование имеет ограничения, которые указывают на будущие направления исследований. Во-первых, инновационный потенциал подрядчика измерялся только инновационными достижениями, хотя достижение цели строительства также является важным показателем. Будущие исследования могли бы оценить возможности, используя более полные стандарты, основанные на количественных исследованиях, связывающих инновации с целями строительства. Во-вторых, строительная отрасль демонстрирует разнообразные уровни и типы инноваций, включая общие инновации в продуктах, инновации в области отдельных технологий и инновации в технологической организации, из-за различий в характеристиках проектов. Кроме того, при разработке модельных стратегий поведения количественные взаимосвязи соответствующих параметров устанавливаются посредством всесторонней интеграции существующих результатов исследований и консультаций с экспертами в этой области. Для повышения точности и надежности модели необходимы дальнейшая проверка и уточнение количественных взаимосвязей. Наконец, хотя в исследовании используется несколько методов для выявления взаимодействий между подрядчиками и другими участниками и количественной оценки переменных модели, из-за уникальности проекта трудно точно количественно оценить эти взаимодействия и переменные, что может привести к некоторым теплым погрешностям результатов исследования.

Вклад авторов: концептуализация, JF и JT; методология, JF, JT, BL и QW; программное обеспечение, JF и BL; валидация, JT и QW; формальный анализ, JF, JT, BL и QW; исследование, JF, JT, BL и QW; писательство — подготовка оригинального черновика, JF, JT и BL; написание — обзор и редактирование, JF, JT и QW; визуализация, JF; надзор, QW; администрирование проекта, JF и JT. Все авторы прочитали и согласились с опубликованной версией рукописи.

Финансирование: Исследование финансировалось Национальным фондом естественных наук Китая, номер гранта 72171237; Проект плана научных исследований Департамента образования провинции Хунань, номер гранта 21B0656; Фонд инициативы докторских исследований Инженерного института Хунани, грант номер 21026 и Программа создания прикладных специализированных дисциплин в провинции Хунань (Инженерный институт Хунани).

Заявление об односторонности данных: данные содержатся в статье.

Конфликты интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Рекомендации

1. Блейз, АМ; Мэнли, К. Ключевые факторы, влияющие на инновации в строительстве. Констр. Иннов. 2004, 4, 143–154. [\[Перекрестная ссылка\]](#)
2. Сюэ, Х.; Чжан, Р.; Ян, Р.; Дай, Дж. Инновации в строительстве: критический обзор и будущее исследования. Межд. Дж. Иннов. наук. 2014, 6, 111–126. [\[Перекрестная ссылка\]](#)
3. Лафоре, С. Структура организационных инноваций и результатов на МСП. Межд. Дж. Энтреп. Поведение. Рез. 2011, 17, 380–408. [\[Перекрестная ссылка\]](#)
4. Раджапатиран, Р.Дж.; Хуэй, Ю. Взаимосвязь между инновационным потенциалом, типом инноваций и эффективностью деятельности фирмы. Дж. Иннов. Знать. 2018, 3, 44–55. [\[Перекрестная ссылка\]](#)
5. Пиментель, М.; Арантес, А.; Круз, Колорадо. Барьеры на пути внедрения обратной логики в строительной отрасли: комбинированный ISM и подход MICMAC. Устойчивое развитие 2022, 14, 15786. [\[CrossRef\]](#)

6. Рибейро, АМ; Арантес, А.; Круз, Колорадо. Барьеры на пути внедрения модульного строительства в Португалии: интерпретативный подход к структурному моделированию. Здания 2022, 12, 1509. [\[CrossRef\]](#)
7. Педрос, А.; Арантес, А.; Круз, Колорадо. Барьеры на пути внедрения бережливой методологии в строительной отрасли Португалии. Здания 2023, 13, 2047. [\[CrossRef\]](#)
8. Сандберг, Б.; Аарикка-Стенроос, Л. Что делает это таким трудным? Систематический обзор препятствий на пути радикальных инноваций. Индийский Марк. Менеджер. 2014, 43, 1293–1305. [\[Перекрестная ссылка\]](#)
9. Сворхон, Б. Анализ инновационного процесса строительства на проектном уровне. Дж. Манэг. англ. 2013, 29, 455–463. [\[Перекрестная ссылка\]](#)
10. Грант, Р.М. На пути к теории фирмы, основанной на знаниях. Стратег. Менеджер. Дж. 1996, 17, 109–122. [\[Перекрестная ссылка\]](#)
11. Вебер, Б.; Хайденрайх, С. Когда и с кем сотрудничать? Исследование влияния стадии и типа сотрудничества на инновационные успехи. Дальний план. 2018, 51, 334–350. [\[Перекрестная ссылка\]](#)
12. ОЭСР. Руководство ОЭСР: Рекомендации побору и интерпретации инновационных данных, 3-е изд.; Издательство ОЭСР: Париж, Франция, 2005 г.
13. Сен, ФК; Эгелых, В.Г. Инновационные возможности фирмы и использование технологий. IEEE Транс. англ. Менеджер. 2000, 47, 174–183. [\[Перекрестная ссылка\]](#)
14. Леонард Бартон, Д. Основные возможности и основные ограничения: парадокс в управлении разработкой новых продуктов. Стратег. Менеджер. Дж. 1992, 13, 111–125. [\[Перекрестная ссылка\]](#)
15. Ям, Р.С.; Гуань, Дж.; Пун, К.Ф.; Тан, Е.П. Аудит возможностей технологий инноваций в китайских фирмах: некоторые эмпирические данные. Выводы в Пекине, Китай. Рез. Политика 2004, 33, 1123–1140. [\[Перекрестная ссылка\]](#)
16. Мэтьюз, Дж. А. Конкурентные преимущества опоздавшей фирмы: ресурсный учет промышленных стратегий догоняющего развития. Азиатско-Тихоокеанский регион. Дж. Манэг. 2002, 19, 467–488. [\[Перекрестная ссылка\]](#)
17. Фитц-Кох, С.; Нордквист, М. Взаимная связь инновационных возможностей и социально-экономического богатства в семейной фирме. J. Маленький автобус. Менеджер. 2017, 55, 547–570. [\[Перекрестная ссылка\]](#)
18. Боли, В.; Морель, Л.; Камарго, М. Оценка инновационных процессов во французских фирмах: Методологическое предложение для оценки инновационного потенциала фирм. Рез. Политика 2014, 43, 608–622. [\[Перекрестная ссылка\]](#)
19. Валаи, Н.; Резаи, С.; Эмами, М. Влияние стратегий эксплуататорского обучения на креативность и инновации малайзийских МСП. Возможности. Межд. Дж. Манэг. Энтерп. Дев. 2016, 15, 328–354. [\[Перекрестная ссылка\]](#)
20. Саунила, М.; Укко, Дж. Нематериальные аспекты инновационного потенциала МСП: влияние размера и отрасли. Дж. Инж. Тех. нол. Менеджер. 2014, 33, 32–46. [\[Перекрестная ссылка\]](#)
21. Чанг, В.; Лю, С.; Ву, Т. Взаимосвязь между организационной культурой, обменом знаниями и инновационным потенциалом: случай автомобильной промышленности Тайваня. Знать. Менеджер. Рез. Практика. 2017, 15, 471–490. [\[Перекрестная ссылка\]](#)
22. Саунила, М. Инновационный потенциал МСП: систематический обзор литературы. Дж. Иннов. Знать. 2020, 5, 260–265. [\[Перекрестная ссылка\]](#)
23. Наджафи-Тавани, С.; Наджафи-Тавани, З.; Наде, П.; Огаи, П.; Зейнало, Э. Как совместные инновационные сети влияют на производительность новых продуктов: возможности инноваций в продуктах, возможности инноваций в процессах и способность к освоению. Индийский Марк. Менеджер. 2018, 73, 193–205. [\[Перекрестная ссылка\]](#)
24. Бресман, Х.; Биркиншоу, Дж.; Нобель, Р. Передаваемые при международных приобретениях. Дж. Межд. Автобус. Стад. 1999, 30, 439–462. [\[Перекрестная ссылка\]](#)
25. Сан, Дж.; Рен, Х.; Анумба, С. Анализ механизмов передачи знаний в сетях сотрудничества строительных проектов. Дж. Манэг. англ. 2019, 35, 4018061. [\[CrossRef\]](#)
26. Симонин, Б.Л. Трансфер маркетинговых навыков в международных стратегических альянсах: эмпирическое исследование роли предшественников и двусторонних знаний. Дж. Межд. Автобус. Стад. 1999, 30, 463–490. [\[Перекрестная ссылка\]](#)
27. Бэкон, Э.; Уильямс, доктор медицины; Дэвис, Г.Х. Рецензируемые условия для передачи знаний в экосистемах открытых инноваций. Межд. Ж. Инф. Менеджер. 2019, 49, 377–387. [\[Перекрестная ссылка\]](#)
28. Гаур, А.С.; Мах, Х.; Ге, Б. Стратегия ТНК, контекст передачи знаний и поток знаний в МНК. Дж. Ноул. Менеджер. 2019, 23, 1885–1900. [\[Перекрестная ссылка\]](#)
29. Истерби-Смит, М.; Лайлс, М. Сандусетс; Цанг, Э.В. Межорганизационная передача знаний: текущие темы и перспективы на будущее. Дж. Менеджер. Стад. 2008, 45, 677–690. [\[Перекрестная ссылка\]](#)
30. Шуланки, Г. Внутрифирменная передача передового опыта, возможности присоединения и организационные барьеры на пути присоединения. Менеджер. Лучший Пап. Учеб. 1993, 1, 47–51. [\[Перекрестная ссылка\]](#)
31. Каррильо, П.; Чиновский, П. Использование управления знаниями: перспектива проектирования и строительства. Дж. Манэг. англ. 2006, 22, 2–10. [\[Перекрестная ссылка\]](#)
32. Пензель, С.; Моллер, Р. Управление знаниями в проектных организациях. Межд. Дж. Прок. Менеджер. 2012, 30, 865–876. [\[Перекрестная ссылка\]](#)
33. Вэй, Ю.; Миралья, С. Организационная культура и передача знаний в проектных организациях: теоретические выводы китайской строительной фирмы. Межд. Дж. Прок. Менеджер. 2017, 35, 571–585. [\[Перекрестная ссылка\]](#)
34. Рен, Х.; Дэн, Х.; Лю, Н.Л. Передача знаний между проектами в рамках проектных организаций: перспективы характера проекта. Дж. Ноул. Менеджер. 2018, 22, 1082–1103. [\[Перекрестная ссылка\]](#)
35. Дэвис, А.; Маккой, С.; ДеБарро, Т.; Терстон, М. Инновации в мегапроекте: система пригородных железных дорог Лондона. Проект Менеджер. Дж. 2014, 45, 25–37. [\[Перекрестная ссылка\]](#)
36. Беллини, А.; Осет, В.; Хосейни, А. Эффективная передача знаний в успешных партнерских проектах. Энергетический процесс 2016, 96, 218–228. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

37. Лю, Х.; ЮЮ; Сан, Ю; Ян, Х. Системно-динамический подход к моделированию модели передачи знаний гетерогенных отправителей в инновационных мегапроектах. *англ. Конс тр. Арх ит. Менеджер*. 2021, 28, 681–705. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

38. Чжоу, К.; Чен, С.; Дэн, Х.; Махмуди, А. Передача знаний между членами межкультурных команд международных строительных проектов. *англ. Конс тр. Арх ит. Менеджер*. 2023, 30, 1787–1808. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

39. Озгюрен, Б.; Орал К. Драйверы инноваций в строительных проектах. *Дж. Конс тр. англ. Менеджер*. 2017, 143, 4016118. [\[CrossRef\]](#)

40. Форес, Б.; Камисон, К. Зависит ли эффективность поэтапных и радикальных инноваций от различных типов возможностей накопления знаний и размера организации? *Дж. Бус. Рез.* 2016, 69, 831–848. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

41. Кээн, В.М.; Левинталь, Д.А. Поглощающая способность: новый взгляд на обучение и инновации. *Адм. наук. В.* 1990, 35, 128–152. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

42. Ван, М.; Чен, П.; Фанг, С. Критический взгляд на сети знаний и эффективность инноваций: посредническая роль фирм возможности интеграции знаний. *Дж. Бус. Рез.* 2018, 88, 222–233. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

43. Бракос, Д.; Костопулос, К.; Эрик Стерквис, К.; Практасос, Г. Эффективность знаний, социальный контекст инноваций. *Дж. Ноул. Менеджер*. 2007, 11, 31–44. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

44. Ли, К.; Ли, Дж.; Гаур, А.С. Способствуют ли крупные бизнес-группы отраслевым инновациям? Сдерживающая роль технологических применимости. *Азиатско-Тихоокеанский регион. Дж. Манэг.* 2017, 34, 313–337. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

45. Джойя, Луизиа; Лемос, Б. Факторы, имеющие отношение к молчаливой передаче знаний внутри организаций. *Дж. Ноул. Менеджер*. 2010, 14, 410–427. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

46. Каммингс, Дж.Л.; Тенг, Б. Передача знаний в области НИОКР: ключевые факторы, влияющие на успех передачи знаний. *Дж. Инж. Технол. Менеджер*. 2003, 20, 39–68.

47. Капальдо, А.; Лави, Д.; Мессени Петруцелли, А. Зрелость знаний и научная ценность инноваций: роль расстояния и принятия знаний. *Дж. Манэг.* 2017, 43, 503–533. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

48. Чен, Б.; Ченг, Х.Х. Обзор применения агентных технологий в дорожно-транспортных системах. *IEEE Транс. Интел. Трансп. Сист.* 2010, 11, 485–497. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

49. Кузвас, Э. Агентная модель для оценки рисков передачи COVID-19 в учреждениях. *Вычислитель. Биол. Мед.* 2020, 121, 103827. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

50. Лу, М.; Чунг, С.М.; Ли, Х.; Сюй, С. Понимание взаимосвязи между инвестициями в безопасность и показателями безопасности строительные проекты посредством агентного моделирования. *Академический. Пред.* 2016, 94, 8–17. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

51. Эпштейн, Дж. М. Зачем моделировать? *Дж. Артиф. Соц. Симул.* 2008, 11, 12.

52. Фиоретти, Дж. Агентно-ориентированные имитационные модели в организационных науках. *Орган. Рез. Методы* 2013, 16, 227–242. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

53. Рэнд, В.; Rust, R.T. Агентное моделирование в маркетинге: строгие правила. *Межд. Дж. Рез. Отметка*. 2011, 28, 181–193. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

54. Ганн, Д.М.; Солтер, А. Дж. Инновации в компаниях, ориентированных на проекты и расширяющих спектр услуг: создание сложных продуктов и систем. *Рез. Политика* 2000, 29, 955–972. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

55. Есиль, С.; Коска, А.; Бююкбасе, Т. Процесс обмена знаниями, инновационный потенциал и эффективность инноваций: эмпирическое исследование. *Procedia Soc. Поведение. наук.* 2013, 75, 217–225. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

56. Яо, Дж.; Круги, А.; Ди Миннин, А.; Чжан, Х. Возможности обмена знаниями и технологических инноваций китайских МСП, занимающихся программным обеспечением. *Дж. Ноул. Менеджер*. 2020, 24, 607–634. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

57. Гангули, А.; Талукдар, А.; Чаттерджи, Д. Оценка роли социального капитала, молчаливого обмена знаниями, качества знаний и взаимосвязи в определении инновационного потенциала организации. *Дж. Ноул. Менеджер*. 2019, 23, 1105–1135. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

58. Коррал-Де-Зубиелки, Г.; Линдси, Н.; Линдси, В.; Джонс, Дж. Качество знаний, инновации и эффективность деятельности компаний: исследование передачи знаний в МСП. *Маленький автобус. Экон.* 2019, 53, 145–164. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

59. Лю, С.; Ву, К.; Ху, Д.; Цуй, К. Взаимосвязь между приобретением знаний, способностью к освоению и инновационным потенциалом: эмпирическое исследование финансовой и обрабатывающей промышленности Тайваня. *Ж. Инф. наук.* 2010, 36, 19–35. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

60. Се, Х.; Цзоу, Х.; Ци, Г. Способность усваивать знания и эффективность инноваций в высокотехнологичных компаниях: мультимедиа-подход. *Дж. Бус. Рез.* 2018, 88, 289–297. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

61. Хурмелинн-Лаукканен, П.; Оландер, Х.; Бломквист, К.; Панфилий, В. Организация сетей НИОКР: поглощающая способность, стабильность и применимость инноваций. *Евро. Менеджер. Дж.* 2012, 30, 552–563.

62. Гарсия-Санчес, Э.; Гарсия-Моралес, Виджей; Мартин-Рохас, Р. Анализ влияния окружающей среды, способности интеграции заинтересованных сторон, поглощающей способности технологических навыков на организационную эффективность посредством корпоративного предпринимательства. *Межд. Энтреп. Менеджер. Дж.* 2018, 14, 345–377. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

63. де-Фариа, П.; Лима, Ф.; Сантос, Р. Сотрудничество в инновационной деятельности: важность партнеров. *Рез. Политика* 2010, 39, 1082–1092. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

64. Бельдербос, Р.; Кэрри, М.; Локшин, Б. Кооперативные НИОКР и деятельность предприятий. *Рез. Политика* 2004, 33, 1477–1492.

Отказ от ответственности/Примечание издателя : Заявления, мнения и данные, содержащиеся во всех публикациях, принадлежат исключительно отдельному автору(ам) и участнику(ам), а не MDPI и/или редактору(ам). MDPI и/или редактор(ы) не несут ответственности за любой вред для людей или имущества, возникший в результате любых идей, методов, инструкций или продуктов, упомянутых в контенте.