Приложение 1

**Концепция и тематика работ**

**Научно-проектной группы «Лаборатория жизненного цикла объектов КС»**

1. **Вводные пояснения**
   1. **Институт строительства и ЖКХ ГАСИС** создан в мае 2019 в составе **НИУ ВШЭ** и его одной из основных миссий является организация и выполнение прикладных НИР, научно-экспертных и проектных работ, связанных с развитием методов и технологий информационного моделирования жизненного цикла объектов капитального строительства (технически сложных систем) и систем, взаимодействующих с ними. В число задач Института включается также подготовка и проведение обучающих курсов, подготовка методических материалов, научных публикаций в рамках указанной миссии.
   2. Предметной областью является разработка (и научное апробирование) эффективных алгоритмов управления объектами КС в их жизненном цикле на основе применения современных цифровых технологий для:

* подготовки инженерных и иных исходных данных, обмена данными (управление данными, конфигурациями и коммуникациями),
* сценарного/прогнозного моделирования и оценки последствий принимаемых решений (управление деятельностью),
* оптимизации соотношения выгод от использования объектов к стоимости потребляемых в их жизненном цикле ресурсов (многокритериальная оптимизация),
* мониторинга жизненного цикла объектов и оценки реализации решений, формирования референтных библиотек (управление знаниями, в частности, подготовка данных для повторного применения / типового проектирования).
  1. Указанная предметная область носит междисциплинарный характер, объединяющий для решения относящихся к ней задач методы, предлагаемые инженерными науками, специализированными по видам объектов, методы системной инженерии, методы, применяемые в экономике, финансах, управления проектами, методы стоимостного инжиниринга, IT-инжиниринга, математики. Несмотря на традиционный, в основном, характер применяемых дисциплин разработка методологии обоснования инвестиций (ОБИН) в объекты капитального строительства входит в число актуальных нерешенных задач – если давать объективную оценку доказательной силе выполняемых в обычной практике расчетов. Последовательная реализация управления ЖЦ требует от ОБИН выполнения сборки расчетной части прогнозной модели из ЖЦ элементов системно-инженерной декомпозиции объектов и их взаимодействий с влияющими системами с надлежащей детализацией и вариативностью сценариев реализации ЖЦ. Большинство же ТЭО выполняются на верхнем уровне (без декомпозиций, основанных на системно-инженерной логике, часто без отображения связей и проверки балансов по материальным и денежным потокам, с недостаточным временным разрешением и учетом сезонных и прочих существенных факторов, с другими системными дефектами) и поэтому обладают низкой доказательной силой (если вообще не дезориентируют). Имеют место случаи (для проектов ГЧП), когда перед специалистами, разрабатывающими тематику моделей ЖЦ с декомпозицией, ставится задача по перемоделированию выполненных ранее проектными или инжиниринговыми организациями расчетных моделей ОБИН. Очевидна необходимость выполнения расчетной модели ОБИН именно на ЖЦ объекта КС. Требования же, корреспондирующие с понятием доказательной силы (для заказчиков), пока находятся в стадии разработки – применительно к конкретным видам объектов КС[[1]](#footnote-1). Основное требование к проектной части ОБИН (эскизному проекту) состоит в том, что проектная часть должна быть взаимоувязана со структурной логикой модели ЖЦ объектов. Перед подготовкой задания на проектирование необходимо выполнить несколько расчетных моделей ОБИН, соответствующие проектные части которых отвечают различным вариантам по базовым структурам (например, различным трассировкам для линейных объектов). ОБИН, моделирование для ОБИН является центральной темой, от которой ответвляются многие направления работ, относящихся к области, обозначенной в п.1.2.
  2. Проблемами повышения эффективности управления на уровне государства, корпораций, предприятий занимаются многие институты, от академических до отраслевых и корпоративных. В связи с общим трендом на цифровую трансформацию сейчас основное внимание направлено на вопросы управления данными, другие, не менее важные, вопросы из п.1.2. находятся вне фокуса. Центр тяжести последних приходится на вычислительные алгоритмы, формирующие ЖЦ системных элементов (объекты КС уже представляются как системы и в системном окружении), и структурную логику, управляющую декомпозицией системы и обратным соединением подсистем (с учетом их взаимодействия на всем ЖЦ и потоков возмущающих событий). Эффективное управление ЖЦ – это, прежде всего, вычислимое управление (нужно уметь вычислять ЖЦ, и то, как это делается, характеризует доказательную силу обоснований, закладываемых в управленческие решения). Вычисление ЖЦ технически и логически сложной системы – междисциплинарная задача[[2]](#footnote-2). Сильной стороной НИУ ВШЭ является возможность работы над междисциплинарными задачами эффективного управления за счет концентрации необходимых научных компетенций, а также возможностей по созданию научных коллабораций с другими научными организациями и отдельными исследователями. Задача обоснования инвестиций (ОБИН) является важной задачей, от решения которой следует ожидать значимых практических результатов (экономии ресурсов, в том числе бюджетных средств, при понимании соответствия на ЖЦ между уровнем вложений и получаемых от объектов КС выгод). Подробнее о тематике прикладных научно-исследовательских работ и направлениях коммерческих проектов в области вычислимого управления ЖЦ ОКС, сложных технических и социо-технических (бизнес-) систем изложено в п.3.

1. **Принципы формирования и работы Научно-проектной группы «Лаборатория жизненного цикла объектов КС»**
   1. Для участия в работе научно-проектной группы привлекаются специалисты, имеющие опыт практической и научно-прикладной, экспертной работы по инженерно-техническим и системно-инженерным направлениям, связанным с проектированием, строительством и эксплуатацией:

* линейных и площадных объектов транспорта (железнодорожного, автодорожного), искусственных сооружений;
* жилых зданий и объектов социального назначения;
* сетей и генерирующих объектов электроэнергетики и теплоэнергетики;
* промышленных объектов, связанных с добычей и переработкой сырья, а также транспортных сетей;
* инженерных систем в объектах КС (отопление, гвс, хвс, вентиляция и т.п.);
* иных промышленных и логистических объектов.

Научно-проектная группа привлекает также специалистов в области стоимостного инжиниринга по вышеуказанным направлениям, специалистов в области анализа бизнес-процессов, проектирования и разработки ПО, систем хранения, обработки и передачи данных (применение UML[[3]](#footnote-3) и MDA[[4]](#footnote-4) при выполнении НИР и проектов для описания логической структуры моделей ЖЦ весьма вероятно).

В работе научно-проектной группы могут принимать участие заинтересованные в развитии методов моделирования ЖЦ сложных систем и в решении управленческих задач с использованием моделей ЖЦ профессиональные юристы, бухгалтеры, аудиторы, консультанты, экономисты, в сферу деятельности которых входит обоснование или сопровождение инвестиционных проектов (с вложениями в стратегические активы с содержательным ЖЦ), в том числе, в связи с концессиями или другими контрактами ЖЦ.

* 1. Участие в научно-проектной группе не обременено никакими формальными требованиями и не предполагает занятие штатной должности в НИУ ВШЭ для тех, кто ее не занимает. Институт строительства и ЖКХ ГАСИС НИУ ВШЭ является организатором научно-проектной группы «Лаборатория жизненного цикла объектов КС», координирует ее работу через своих штатных сотрудников, участие которых в научно-проектной группе является обязательным, и из числа которых назначается Руководитель научно-проектной группы. Участники научно-проектной группы не из числа штатных сотрудников НИУ ВШЭ входят в группу по рекомендации, по крайней мере, одного из уже участвующих в ее работе экспертов. Участие в научно-проектной группе предполагает интерес к заявленной тематике, а также готовность к работе по договорам подряда с НИУ ВШЭ в связи с подготовкой в НИУ ВШЭ конкурсной документации и выполнением договоров на НИР с заказчиками.

Согласие на работу по договорам подряда с НИУ ВШЭ по конкретному проекту будет необходимо с начала или в процессе разработки конкурсной документации в связи с оформлением резюме на команду исполнителей (вне зависимости от того требуется или нет такое резюме по условиям конкурса). Несогласие на такую работу не влечет никаких последствий независимо от причин. Все вопросы, связанные с получением разрешения на совмещение основной работы с научно-исследовательской работой в НИУ ВШЭ, должны быть прояснены самим участником. Если по месту основной работы от участника будет требоваться официальное письмо от НИУ ВШЭ в качестве основания для такого разрешения либо договор о сотрудничестве с НИУ ВШЭ или иные соглашения, обоснования и пояснения, то Руководитель научно-проектной группы и участник предпринимают все необходимые усилия, чтобы все правила, установленные взаимодействующими организациями (если такое взаимодействие требуется), были соблюдены.

* 1. В научно-проектной группе могут образовываться секции по направлениям исследований. Направления формулируются Руководителем научно-проектной группы либо согласуются с ним их инициаторами.
  2. Все вопросы регламентации деятельности научно-проектной группы и ее Руководителя относятся к компетенции НИУ ВШЭ, соответствующие документы разрабатываются и утверждаются по мере возникновения в этом необходимости с учетом мнения участников научно-проектной группы, результатов выполненных научно-исследовательских работ и коммерческих проектов, текущей и перспективной тематики. До утверждения Положения о научно-проектной группе часть 2 настоящей Концепции применяется вместо него.
  3. При вхождении в научно-проектную группу участники предоставляют свое резюме. Оно должно отражать профессиональный опыт, образование, ученую степень, содержать список основных публикаций и тему диссертации (при наличии), раскрывать текущую позицию (период работы, организация, должность, основной функционал). Контактные данные предоставляются в виде номера мобильного телефона и электронной почты. Персональные данные, требуемые при заключении с НИУ ВШЭ договора подряда, предоставляются участником научно-проектной группы только в случае намерения сторон его заключить.
  4. Институт строительства и ЖКХ ГАСИС НИУ ВШЭ предоставляет свой сайт для размещения материалов о научно-проектной группе и работах, проводимых с ее участием. Предполагается, что деятельность научно-проектной группы будет в основном носить публичный характер.

1. **О тематике перспективных научно-исследовательских работ**
   1. Моделирование ЖЦ в задачах обоснования инвестиций (ОБИН) находится сейчас в числе первоочередных тем в предметной области эффективное управление ЖЦ. Существующий задел в виде набора выполненных расчетных моделей для бизнес-систем, создающих и эксплуатирующих стратегические активы, можно рассматривать как исходный материал для систематизации и обобщения. Предстоит проанализировать и типизировать как расчетные блоки ЖЦ элементов, получаемых при декомпозиции, так и структурную логику сборки модели ЖЦ системы в целом (архитектуру) с формализацией на основе подходящих языков (типа UML, MDA, с возможностями последующего перехода к проектированию ПО для промышленного использования). Должны быть сформулированы требования к автоматическому аудиту модели, проверяющему корректность выполненных расчетов. Типизированные блоки ЖЦ элементов и их сборки должны быть собраны в референтные библиотеки, создаваемые по видам объектов КС.
   2. Моделирование ЖЦ должно учитывать возмущения, которые возникают в моделируемой системе при взаимодействии с внешней средой, при взаимодействии подсистем и их регулярную либо случайную природу. Моделирование в стохастической парадигме является трудной задачей, но приближает к реальной управленческой практике. Стоит отметить, что даже в полностью детерминированной системе может генерироваться динамический хаос, его учет также возможен при стохастическом моделировании. Кстати, решение многих оптимизационных задач требует учета того, сколь часто анализируемая система попадает в то или иное состояние – в подходе без учета случайных возмущений можно получить такое значения оптимума, в которое возмущаемая система попадает редко, т.е. оптимальные состояния должны выводиться так, чтобы результаты совмещались с вероятностной природой реальности. Причем возмущающие случайные факторы сами могут быть моделируемыми объектами и управляться. Математические основания для стохастического моделирования (с учетом моделирования управленческого контура и других социо-технических подсистем) лежат в области, использующей аппарат операторных алгебр и гильбертовых пространств для характеризации возмущаемых степеней свободы системы[[5]](#footnote-5). Эта область моделирования заслуживает серьезного внимания, поскольку позволяет охватить проблемы, недоступные для обычного анализа. В число задач входит управленческое моделирование на ЖЦ (вырастающее из модели ЖЦ ОБИН с переходом от инвестиционной к операционной фазе) с фокусом на возмущающих факторах и управлении рисками, с оптимизацией (многокритериальной), с наращиванием числа степеней свободы в моделируемой бизнес-системе, т.е. обычными проблемами деятельности и развития, в стандартной практике трудно поддающимся доказательным расчетам. Достигнутый уровень в моделировании ЖЦ уже сейчас (стохастичность может быть добавлена на следующем шаге) позволяет поместить анализируемую систему в свои, удобные для ее описания координаты, учитывающие динамику подсистем и системы в целом с учетом всех необходимых функциональных связей, уравнений баланса. Это обеспечивает потребности анализа и прогноза на том потоке событий, который включается в рассмотрение (его можно последовательно расширять). Следует обращать внимание на то, что обычное статистическое описание ЖЦ сложных систем реализуется редко, поскольку большинство рассматриваемых систем наделяются уникальными характеристиками – в реальном мире им не соответствует никаких статистических ансамблей. Виртуальные же статистические ансамбли могут быть приготовлены из экземпляров моделей (если модели достаточно хороши, чтобы отвечать их реальным прототипам). И управленческие модели, и модели ОБИН могут выполняться в этой парадигме (по мере готовности потенциальных заказчиков их рассматривать и по мере включения в управленческий язык соответствующих понятий).
   3. Можно обозначить три прагматические задачи (независимо от развития тем, связанных с п.3.2.), использующие модель ОБИН (и обратно влияющие на нее):

* Рассчитывать на базе модели ОБИН целевые показатели качества для жилых зданий и объектов социальной сферы, включая показатели энергоэффективности. Модель ОБИН должна тогда содержать необходимые для этого данные (на ЖЦ). Соответствующий подраздел расчетной модели может быть разработан вместе с рейтинговой системой для оценки таких объектов на всех этапах ЖЦ (подобно Сингапурской системе CONQUAS). Это необходимо сделать, чтобы обеспечить возможность повторного применения наиболее удачных технических и архитектурных решений с точки зрения результатов мониторинга и в корреспонденции с предварительными расчетами ОБИН, на основании которых формируется задание на проектирование.
* Рассчитывать при моделировании ОБИН в разделе моделирования финансовых инструментов эффекты от применения ковенант, задаваемых кредиторами (их порядка 100 для разных случаев и сценариев финансирования), и влияние многих из них столь сильно, что существенно влияет на ход и окупаемость проектов.
* Разработать для моделей ОБИН соответствующие им (и их объектному составу) схемы ТЦА[[6]](#footnote-6) для их применения экспертами органов государственной / негосударственной экспертизы в случае обязательного либо добровольного аудита ОБИН.
  1. В качестве перспективной задачи можно рассматривать задачу обоснования цен реализации строительных материалов на основе анализа и моделирования бизнеса по их производству с учетом действия фундаментальных факторов, таких как тарифы на энергоресурсы, на разработку и транспортировку инертных материалов, вложений в производственное оборудование, взаимодействие с окружением и возмущающими факторами. Цены реализации могут быть оценены в зависимости от целевых показателей доходности групп бизнес-единиц, обеспечивающих цепочку от извлечения сырья до доведения материалов до потребителей (элементы в виде строительных бирж также могут включаться). Аналогично можно подойти к вопросам оценки стоимости строительных работ. На основе развиваемой техники моделирования можно будет получить инструмент для оценки разброса собираемой в ФГИС ЦС информации (относительно каких базовых значений разброс, его возможные связи с возмущающими факторами, какие возмущающие факторы следует принимать во внимание). В результате разработки темы можно выйти на модель управления сметной стоимостью, которая будет гибридной – не ресурсной, не базисно-индексной, а ресурсно-нормативной (связанной с нормативно-оцениваемой доходностью бизнес-единиц в моделируемых цепочках).

1. Прототипы таких моделей (в виде набора прогнозных моделей ЖЦ бизнеса, главным образом, для ГЧП) находятся в базе знаний создаваемой Научно-проектной группы «Лаборатория жизненного цикла объектов КС», а заявленные разработки входят в число ее задач. [↑](#footnote-ref-1)
2. Попытки поручить решение этой задачи только IT-специалистам ни к чему не приведут. [↑](#footnote-ref-2)
3. Unified Model Language, промышленный стандарт анализа и проектирования ПО. Подходит также для анализа и проектирования бизнес-систем. [↑](#footnote-ref-3)
4. Model Defined Architecture, развитие UML на область структурной логики (программных платформ и бизнес-систем). [↑](#footnote-ref-4)
5. Это важно для более глубоких задач в моделировании ЖЦ сложных систем. Соответствующий теоретико-информационный подход (являющийся статистическим) был сформулирован впервые фон Нейманом, он обычно применяется в квантовой теории, квантовой теории информации. Ссылки на работы в этом направлении могут быть найдены в публикациях А.С.Холево (глава группы математиков Сколково, развивающих квантовую теорию информации в связи с темой квантовых вычислений и квантовых компьютеров). [↑](#footnote-ref-5)
6. Технико-ценовой аудит ОБИН. [↑](#footnote-ref-6)