



## Проект краткого курса «Избранные вопросы инженерии»

© 2022, В.А. Филимонов

Омский филиал Института математики им. С.Л. Соболева СО РАН, Омск, Россия

### Аннотация

Предложено дополнить существующие вузовские курсы «Введение в инженерию» кратким авторским учебно-проектным курсом «Избранные вопросы инженерии». В качестве примера приведён план пятидневного курса. Курс предназначен для общего понимания специфики, структуры и проблем инженерной деятельности и, по замыслу, должен улучшить освоение материала курсов «Введение в инженерию». Курс имеет формат коллективного учебно-проектного процесса, который реализуется в когнитивной инфраструктуре ситуационного центра на доступных организаторам ресурсах. Такой центр может быть создан вне аудитории с использованием смартфонов участников. Познавательная среда обеспечивается наличием команды поддержки в составе координатора, методолога, планшетиста и игротехника. Функции команды поддержки может выполнить и один специально подготовленный преподаватель, способный к рефлексивному восприятию учебной ситуации. Предложен конструктор вариантов курса, включающий различные типы процессов реализации. Предложен вариант метафорической когнитивной карты инженерии в виде набора картин и комментариев к ним. Отмечена необходимость отдельного рассмотрения: этапов постановки задач и работы над ошибками; возможностей оперативного доступа студентов к сетевым ресурсам и технологий коллективной работы. Использован авторский подход "4К" (коллективный, когнитивный, конфигурационный, конвергентный) в комплексе с системой кросс-технологий, которая обеспечивает многодисциплинарность. Использована концепция взаимной подстройки когнитивных профилей студентов и форматов преподавания учебных предметов (визуальный, аудио, кинестетический, тактильный). Применение перечисленных авторских инструментов обеспечивает оригинальность предложенных решений.

**Ключевые слова:** система, схематизация, рефлексия, эвристика, коллектив, кросс-технологии, подход "4К", конструктор курсов, когнитивная карта.

**Цитирование:** Филимонов В.А. Проект краткого курса «Избранные вопросы инженерии». *Онтология проектирования*. 2022. Т.12, №4(46). С.495-505. DOI:10.18287/2223-9537-2022-12-5-495-505.

**Благодарность:** Автор выражает признательность д.т.н., профессору В.Н. Задорожному за возможность сделать презентацию курса на семинаре для студентов и аспирантов Омского государственного технического университета.

**Финансирование:** работа выполнена в рамках государственного задания ИМ СО РАН, проект FWNF-2022-0016.

**Конфликт интересов:** автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

### Введение

В 2015 г. в г. Железногорске на конференции «Робототехника и искусственный интеллект» руководитель Круглого стола и председатель оргкомитета В.А. Углев предложил присутствующим написать проект документа, содержащего современные требования к подготовке инженеров. Присутствующие, среди которых были представители Министерства образования и науки РФ, Министерства обороны РФ, Сибирского отделения РАН и другие специалисты высшей квалификации, с сожалением констатировали отсутствие (коллективного) субъекта, который мог бы это сделать. В 2022 г. ситуация изменилась. Формирование совре-

менного инженерного корпуса в РФ стало жизненно необходимой задачей. В связи с этим для поиска ответов на классические вопросы: «Что делать?» и «С чего начать?» актуализирован «чёрный ящик» российского образования, создание которого было начато в 2010 г. [1], использованы сведения более позднего периода, а также опыт работы автора в качестве инженера в сфере техники связи (1970–1988 гг.), преподавателя ВУЗов (1988–2022 гг.) и организатора краткосрочных тренингов и мастер-классов (2002–2022 гг.).

Анализ известной литературы проводился не с целью формирования обзора с указанием того, что в этой литературе есть, а с целью констатации того, чего в этой литературе нет (или недостаточно) из предлагаемого материала.

Переводная книга [2], изданная полвека назад, позволяет понять, как цели и задачи в инженерной деятельности изменяются с течением времени. В книге [3] инженерная деятельность рассмотрена с позиций информатики. Книга [4] по поставленным в ней целям ближе всего к назначению данной статьи, поскольку предусматривает реконструкцию смыслов деятельности. Книга [5] ориентирована на гуманизацию при освоении технических знаний. Объёмная переводная книга [6] содержит много примеров использования программ поддержки инженерной деятельности. В книге [7] для инженеров и менеджеров приведён перечень необходимых компетенций. Однако в этих книгах недостаточно отражена специфика постановки задач, источников инженерных ошибок и методов их исправления, технологий командной работы, а также использования ресурсов Интернет.

Проведённый анализ вместе с известным фактом инерционности систем образования позволил предположить, что в условиях мобилизации ресурсов для достижения технологического суверенитета целесообразно не затевать переработку существующих курсов, а начать с отбора новых компонентов и встраивания их в эти курсы. В таком отборе следует учесть некоторые важные факторы, в частности, обусловленные «систематической ошибкой выжившего» [8], особенностями «советско-гарвардской школы» [9], наличием «слепого пятна инженерного мышления» [10] и др.

Объём новой информации заведомо превышает возможность её полного и быстрого освоения. В связи с этим студентам желательно освоить основы быстрого самообучения.

Инструменты для формирования обзорных курсов, поддерживающих дисциплину «Введение в инженерию», представлены в [11, 12]. Использован авторский подход «4К» (коллективный, когнитивный, конфигурационный, конвергентный), кросс-технологии ситуационного центра, а также концепция взаимной подстройки когнитивных профилей студентов и форматов преподавания учебных предметов. В статье обозначены некоторые ключевые компоненты инженерной работы, актуальность освоения которых постоянно повышается.

## 1 Фундаментальные компоненты курса

### 1.1. Постановка задач как инженерная работа

Одна из ключевых характеристик талантливого инженера – способность увидеть задачу там, где обычно видят только определённую ситуацию. При этом технически решение задачи может быть достаточно простым. В [9] упомянуто, что изобретения колеса, чемодана и чемодана на колёсах отстоят друг от друга на многие годы. В [10] отмечено, что крайне необходимый в Великой Отечественной войне гранатомёт появился только в 1944 г., хотя самолёт с ракетным вооружением использовался СССР ещё на Халхин-Голе в 1939 г., а подводная лодка генерал-инженера Карла Шильдера осуществила в Кронштадте пуск ракет из под воды в 1834 г. Факты задержки изобретений можно считать проявлением т.н. «слепого пятна инженерного мышления».

В сложных системах постановка и решение задачи осуществляются параллельно, постепенно уточняя друг друга. Сформулированная задача даёт своего рода начальное приближение. Здесь могут быть полезными рекомендации автора теории решения изобретательских задач (ТРИЗ), который рассматривал ситуацию «Как решать задачи, которых ещё нет» [13]. В случае, когда эти рекомендации кажутся слишком сложными, можно использовать книгу [14]. Такой подход дополняет ситуационную осведомлённость инженера в рамках конкретной задачи когнитивной осведомлённостью относительно вариантов развития ситуации.

Важным вопросом является постановка задач для программных систем. Здесь невозможно использовать напрямую многие эвристические приёмы, например, вепольный анализ ТРИЗ. Эвристика в программировании имеет свои особенности, а многие задачи, которые раньше решались с помощью физического эксперимента, сейчас решаются с помощью программирования (вычислительного эксперимента) [15]. На подходе квантовая кибернетика, знакомство с основами которой также будет полезной.

## 1.2. Работа над ошибками

Одним из факторов, оказывающих значительное влияние на жизненный цикл инженерных разработок, является сокрытие ошибок и неудач, обусловленное законами социальной структуры. Боязнь наказаний приводит к воспроизводству ошибочных решений и действий. Критика характерна в случае борьбы научных школ и обычно отсутствует внутри школы. В литературе, как правило, приводятся описания удачных решений, что классифицировано как «систематическая ошибка выживших» [8]. Термин появился в результате решения задачи выбора мест усиленного бронирования на основе анализа пробоин в самолётах, вернувшихся с боевых операций. Другим примером является книга [16], содержащая описание инженерных ошибок в радиотехнике.

Одним из вариантов преодоления этого фактора является подход, в котором источники ошибок деперсонализируются за счёт переноса внимания с поиска виновных на вопросы: «Что виновато?» и «Кто делает?» [17]. Ввиду малой распространённости в РФ такого подхода, более реалистичным является использование рекомендаций [18] для управления жизненным циклом инженерных проектов.

Известны примеры публикации заведомо ложных данных с целью направить конкурентов на поиски в неперспективном направлении. Другим примером является публикация в открытых источниках данных, которые в совокупности раскрывают секретные сведения. Описания таких примеров в истории российского кораблестроения приведены в [19].

Умышленное использование ошибок в преподавании является мощным стимулом активизации внимания слушателей.

## 1.3. Доступ к сетевым ресурсам

Доступ к многочисленным сетевым ресурсам значительно влияет на процесс обучения. Эта ситуация во многом меняет функции преподавателей. Известны действующие университеты без преподавателей, в которых студенты реализуют собственные проекты в области информационных технологий<sup>1</sup>. Наиболее интересной технологией использования сетевых ресурсов в обучении является система невыполнимых заданий [20]. Важной частью этой системы является психологическая поддержка процесса обучения.

В связи с тем, что английский язык стал фактически международным стандартом общения, а наличие компьютерных переводчиков создаёт иллюзию понимания любых текстов на

<sup>1</sup> Мэтт Пиклс. Университет без учителей. University opens without any teachers. <https://sila.media/noteacher/>.

любом языке, студентам полезно как приобрести некоторую лингвистическую интуицию, так и познакомиться с типичными ошибками перевода с английского языка.

#### 1.4. Коллективная работа

Современные инженерные проекты выполняются большими коллективами. В этой связи освоение приёмов коллективной работы требует, во-первых, иметь представление о различных когнитивных ресурсах разных людей, и, во-вторых, иметь представление о многодисциплинарности, как фундаментальном свойстве инженерного проекта. Без знаний особенностей мышления администратора, финансиста, юриста, технолога и других специалистов работа инженера будет малоэффективной. Многие технологии коллективной работы подвержены эффекту демонстрации достижений без упоминания о рисках и достижениях других технологий, например, о возможности систем сетевого планирования и управления [21].

Специфическим вариантом коллективной работы можно считать использование «цифровых ангелов» [22] и других вариантов виртуальной реальности.

Умение работать в коллективе становится ключевым фактором деятельности инженера. Можно согласиться с критерием оценки достижений наиболее успешного ученика: *«Ученик владеет наукою: весьма ясно и определённо отвечает на вопрос, легко сравнивает различные части, сближает самые отдалённые точки учения с пронизательностью, довольно изощрённой упражнением, разбирает новые и сложные предлагаемые ему случаи, знает слабые стороны учения, места, где сомневаться, и что можно возразить против теории»* [23, с. 366-368]. Здесь следует добавить: ученик владеет наукою планирования и управления, способен говорить товарищам и учителям правду и выслушать такую же правду от других.

## 2 Инструменты проектирования курсов

### 2.1. Конструктор курсов

Предлагаемый вариант курса, оформленный с использованием конструктора, сформировался эволюционно в ходе проведённых учебных мероприятий со студентами и старшеклассниками. Способ структурирования и его эволюцию можно условно описать следующим образом. Первоначальная схема, которая реализована в школах и ВУЗах, аналогична схеме обработки любого материала (руда, древесина, рыба и т.п.):

- 1) сырой материал (в объёме, рассчитанном на один цикл используемой технологии);
- 2) сортировка материала;
- 3) обработка (получение продукта);
- 4) контроль и отбраковка;
- 5) упаковка готовой продукции (документирование).

При наличии логической рефлексии производится анализ проделанной работы, а также текущей ситуации (ситуационная осведомлённость). При наличии опыта жизни в определённой культуре устанавливаются ассоциации с изучаемым материалом (когнитивная осведомлённость).

Предлагаемый конструктор представляет собой набор компонентов, с помощью которых может быть сформировано представление процесса конкретной реализации. Пример представления курса с помощью пиктограмм приведён на рисунке 1. В таблице 1 даны кодированные названия компонентов (этапов) и их краткие описания. Такое представление удобно для коллективного проектирования и в этом качестве дополняет формат интеллект-карт. В частности, этот формат позволяет строить сетевые структуры, в том числе онтологии.

Набор	Профиль-1	Группа-1	Ликбез-1	Регламент работы	Образ проекта	Образ сборки-1	Образ участников
Цель проекта-1	Сборка Проекта-1	Проблема	Разбор полётов	Ликбез-2	Триада «С-Л-Он»	Триада «За-Пр-И»	Квадра «У-МЭН»
Адаптация	Сервисная команда	Конфигурация	Конвергенция	Сборка-2	Финал	Поддержка	Разбор полётов-К

Рисунок 1 - Пример пиктографического представления учебно-проектного курса

Организаторы курсов могут предложить свои компоненты и их мнемонические обозначения. Пиктограммы можно исполнить на карточках, наклейках и т.п., а также дополнить или заменить фигурами типа Лего и других игрушечных конструкторов.

## 2.2. Метафорическая когнитивная карта

На рисунке 2 приведён один из возможных вариантов метафорической когнитивной карты инженерии, сформированной из художественных произведений и фотографий.



Рисунок 2 - Метафорическая когнитивная карта инженерии

Таблица 1 - Описание компонентов конструктора (см. рисунок 1)

Код	Название этапа	Содержание этапа
A1	Набор	Формирование контингента участников: студентов, преподавателей и команды поддержки (См. этап В5)
B1	Профиль-1	Тесты определения когнитивных профилей участников. Базовый вариант – тесты МВТИ. Возможны другие варианты, которые позволят понять когнитивные особенности участников.
C1	Группа-1	Предварительное распределение участников по проектным группам.
D1	Ликбез-1	Брифинг. Системный анализ. Рефлексивное управление. Эвристика. Тренинг «Мостик». Индивидуальные профили. Индивидуальные задания.
A2	Регламент работы	Регламент определяется потенциалом доступных ресурсов. Возможно введение масок, виртуальных и удалённых участников.
B2	Образ проекта	Представление участниками концепции проекта (объект/процесс).
C2	Образ сборки-1	Представление участниками процесса создания проекта.
D2	Образ участников	Мониторинг достижений и проблем участников. Когнитивный образ состояния курса и прогнозы результатов.
A3	Цель проекта-1	Формирование целей организаторами для групп и отдельных участников (программирование поддержки, провала и т.п.).
B3	Сборка проекта-1	Прототипы проектов.
C3	Проблема	Проверка наличия главной проблемы организаторов: когнитивного иммунитета участников. Обозначение частных проблем групповых проектов, групп и участников.
D3	Разбор полётов	Анализ проектов с учётом этапа А3. Визуализация (полиэкран с экранами проектов и участников).
A4	Ликбез-2	Быстрое прототипирование, промежуточные технологии, инфраструктура, рефлексивный театр.
B4	Триада «С-Л-Он»	Субъект-Логика-Онтология. Без привязки к субъектам онтологии неустойчивы.
C4	Триада «За-Пр-И»	Задача-Программа-Исполнитель. Базовая триада информатики. Сохранение сложности в триаде.
D4	Квадра «У-МЭН»	Ученик - Мастер/Эксперт/Наблюдатель. Только Ученик критически нуждается в определённом знании.
A5	Адаптация	Подстройка материалов ликбеза под когнитивные профили участников.
B5	Сервисная команда	Методолог + Планшетист + Игротехник + Координатор. Тренинги команды поддержки из студентов.
C5	Конфигурация	Демонстрация наличия в каждом проекте нескольких системных представлений и языков. Дополнительно может быть осуществлено переформирование групп и тематики проектов
D5	Конвергенция	Стандартный вариант - успешное завершение. Критический вариант - содействие провалу проекта для последующей работы над ошибками.
A6	Сборка-2	Формирование групповых проектов, их экспертиза и подготовка к презентации. Публикация электронных версий статей.
B6	Финал	Итоговая конференция («Страшный суд»). Представление проектов. Оппоненты (прокурор и адвокат). Видеозапись.
C6	Поддержка	Организация поддержки участников после завершения курса.
D6	Разбор полётов-К	Разбор полётов координационный. Организаторы и команда поддержки анализируют свои достижения и ошибки в проведении курса.

Мнемоническое назначение данной когнитивной карты состоит в поддержке запоминания основных процедур инженерии. Знакомство с копиями картин, представленных в Интернете, и комментариями к ним, приведёнными в таблице 2, позволяет учесть большое количество важных деталей различных ситуаций.

Различие этой карты и результатов применения описанного выше конструктора соответствует различию между восприятием пространства (объект) и времени (процесс). У картины

(объекта) нет начала и конца. С позиции базовой формальной онтологии [24] конструктор более соответствует оккurentу, а карта — континуанту.

Таблица 2 - Пояснения к метафорической когнитивной карте (см. рисунок 2)

Название, автор	Предлагаемая инженерная интерпретация
<i>Атмосфера: популярная метеорология</i> К. Фламарион, 1888	<b>Незнание.</b> Новое знание основано на текущем состоянии когнитивной системы субъекта. <i>См. работы А.С. Нариньяни и Н. Кузанского.</i>
<i>Вавилонская башня</i> Питер Брейгель, 1563	<b>Коллективный проект.</b> Отсутствие единого представления проекта приводит к провалу.
<i>Невольничий рынок с явлением незримого бюста Вольтера</i> Сальвадор Дали, 1940	<b>Конфигуратор.</b> Оптическая иллюзия картины иллюстрирует влияние разных системных представлений на образ исследуемого объекта.
<i>Бурлаки на Волге</i> И. Репин, 1873	<b>Коллектив.</b> Артели бурлаков и процедуры работы были устроены достаточно сложно.
<i>Дегустация уксуса.</i> <i>Конфуций, Будда и Лао-цзы, 1600 (?)</i>	<b>Экспертиза.</b> Старинная гравюра, существующая во множестве вариантов, иллюстрирует процедуру экспертизы.
<i>Охота на мамонта. Наскальный рисунок.</i>	<b>Схематизация.</b> Один из основных способов понимания и объяснения.
<i>Богатыри</i> В. Васнецов, 1898	<b>Триады.</b> Иллюстрация триад «Субъект-Логика-Онтология». «Задача-Программа-Исполнитель».
<i>Папирус Хунифера,</i> 1275 до н.э.	<b>Технология.</b> Технология транслируется с помощью письменных инструкций.
<i>Извлечение камня глупости</i> И. Босх (?), 1510	<b>Когнитивность.</b> Рефлексия обеспечивает различие между незнанием и невежеством.
<i>Остров Пасхи.</i> <i>Т. Хейердал и моаи</i> Фото, 1957	<b>Прототип.</b> Экспериментально доказана возможность создания гигантских статуй (моаи) туземцами на доступных ресурсах. Доказано созданием контуров статуй – прототипов.
<i>Страшный суд (фрагмент фрески)</i> Андрей Рублёв, 1408	<b>Представление проектов.</b> Страшный суд как праздник праведников, а не только как процесс наказания грешников.
<i>Анализ катастрофы.</i> <i>С. Перслегин.</i> Фото, 2020	<b>Разбор полётов.</b> Анализ ошибок и достижений

### 2.3. Пример краткого учебно-проектного курса

Курс предусматривает работу группы студентов в течение пяти дней (см. таблицу 3) в режиме семинаров (4 часа в день) и самостоятельной работы. Его основными особенностями являются:

- методологический минимум (системный анализ, схематизация, рефлексивное управление, эвристика, работа над ошибками);
- технологический минимум (быстрое прототипирование, промежуточные технологии, инфраструктура, рефлексивный театр);
- создание профилей участников, а также взаимная подгонка ресурсов учеников и форматов преподавания;
- понимание особенностей коллективной деятельности и квалификационных работ;
- проектные задания, среди которых написание статьи и её Интернет-публикация, критика и защита, доклад на мини-конференции, «разбор полётов», видеозаписи, доступные участникам;
- одной из задач курса является его реализация как технологии<sup>2</sup>;

<sup>2</sup> Из участников формируется команда кросс-технологов 2-5 человек, которая в дальнейшем сможет проводить аналогичные курсы самостоятельно. Для этого потенциальные члены команды пишут для себя прототипы инструкций по предложенному образцу.

- курс поддерживается удалёнными экспертами — коллегами автора (автор организует удалённое сопровождение курса для участников в течение года).

Таблица 3 - Структура курса

Дни	Содержание
1-ый	Вводный инструктаж. Триада «Субъект-Логика-Онтология». Системный анализ. Рефлексивное управление. Эвристика. Тренинг «Бумажный мостик». Индивидуальные профили. Индивидуальные задания.
2-ой	Инженерная деятельность. Аналог и цифра. Квантовая логика. NBICS (нано-био-инфо-когно-социо)-технология. Постановка задач. Проекты. Прототипы. Когнитивная инфраструктура. Экспертиза. Тренинг «Бумажные самолёты». Формирование групп. Формирование команды кросс-технологов. Коллективные задания.
3-ий	Проектная деятельность. Квалификационные работы. Технологии коллективной работы. Мастерская самообслуживания диссертационного танкодрома. Публикация статей на <i>ResearchGate.net</i> . Когнитивная графика. Технический писатель как профессия. День английского языка.
4-ый	Конференция (представление проектов). Защита работ. Работа кросс-технологов. Разбор полётов.
5-ый	Выдача дипломов с индивидуальными рекомендациями. Итоги курса.

Реализовать курс данной направленности можно в любом объёме и на любом этапе обучения, в частности, на любом курсе ВУЗа, либо как фрагмент системы дополнительного обучения. Главное, чтобы инженеры знали о существовании описанных здесь критических факторов.

## Заключение

Представлен проект учебного курса «Избранные вопросы инженерии». Использованы авторский подход «4К» (коллективный, когнитивный, конфигурационный, конвергентный), кросс-технологии ситуационного центра, а также концепция взаимной подстройки когнитивных профилей студентов и форматов преподавания учебных предметов. Представленный проект может служить дополнением к существующим курсам «Введение в инженерию». Следующие результаты являются оригинальными:

- мнемонический вариант конструктора учебно-проектных курсов;
- метафорическая когнитивная карта инженерии;
- необходимость отдельного рассмотрения процессов постановки задач, работы над ошибками, потенциала оперативного доступа студентов к сетевым ресурсам и технологий коллективной работы.

Отдельные компоненты подхода были реализованы в четырёх ВУЗах г. Омска в течение 2003–2022 гг. Обсуждение проекта курса проведено на семинаре «Онтология проектирования» 22.09.2022.

## Список источников

- [1] Что делать? Кто виноват? Дискуссия об образовании // Вестник Сибирского гос. аэрокосмического ун-та, 2010. Вып.5(31), С.197–201.
- [2] Крик Э. Введение в инженерное дело. М.: Энергия, 1970. 176 с.
- [3] Рейзлин В.И. Введение в инженерную деятельность для студентов направления 230100 «Информатика и вычислительная техника»: учебное пособие. Томск: Изд-во Национального исследовательского Томского политехнического университета, 2012. 160 с.
- [4] Никитин В., Переслегин С., Парибок А. и др. Инженерная онтология. Инженерия как странствие. Учеб. пособие. Екатеринбург: ООО «Форжект», 2013. 230 с.
- [5] Корнилов И.К. Основы инженерного искусства. М.: МГУП имени Ивана Федорова, 2014. 372 с.
- [6] Мазумдер К.Х. Введение в инженерию. Оценка и подход к решению задач. Астана: Talap, 2016, 658 с.

- [7] **Николенко В.Ю.** Базовый курс системной инженерии, 2018. М.: МФТИ. 330 с.
- [8] **Элленберг Дж.** Как не ошибаться. Сила математического мышления. М.: МИФ, 2018. 576 с.
- [9] **Талеб Н.** Антихрупкость. Как извлечь выгоду из хаоса. М.: КоЛибри, Азбука-Аттикус, 2020. 768 с.
- [10] **Филимонов В.А.** Проблемы систем поддержки решений на примерах пандемии и спецоперации: ориентиры инженерного образования // Системы управления, информационные технологии и математическое моделирование. Матер. IV Всеросс. научно-практ. конф. Омск: Омский гос. техн. ун-т, 2022. С.52-57.
- [11] **Филимонов В.А.** Кросс-технологии ситуационного центра - когнитивная инфраструктура проектирования. *Онтология проектирования*, 2014, № 4(14). С.98-104.
- [12] **Филимонов В.А., Черняевская В.С.** Формализация одушевленности на примере понятия «любовь». *Онтология проектирования*. 2022. Т.12, №1(43). С.11-24. DOI: 10.18287/2223-9537-2022-12-1-11-24.
- [13] **Альшиуллер Г.** Найти идею: Введение в ТРИЗ — теорию решения изобретательских задач. М.: Альпина Паблишерз, 2011. 400 с.
- [14] **Альтов Г. С.** И тут появился изобретатель. М.: Дет. лит., 1987. 126 с.
- [15] **Моисеев Н.Н.** Математика ставит эксперимент. М.: Наука, 1979. 224 с.
- [16] **Финк Л.М.** Сигналы, помехи, ошибки... (Заметки о некоторых неожиданностях, парадоксах и заблуждениях в теории связи). М.: Связь, 1978. 272 с.
- [17] **Фидельман Г., Дедиков С., Адлер Ю.** Альтернативный менеджмент. Опыт построения фанки-фирмы в России. М.: «Альпина Бизнес Букс», 2007. 222 с.
- [18] **Тарасов В.К.** Искусство управленческой борьбы. Технологии перехвата и удержания управления. М.: Добрая книга, 2019, 432 с.
- [19] **Крылов А.Н.** Мои воспоминания. Л.: Судостроение, 1979, 480 с.
- [20] **Митра С.** Построим «Школу в облаках». Лекция на TED 2013.  
[https://www.ted.com/talks/sugata\\_mitra\\_build\\_a\\_school\\_in\\_the\\_cloud/transcript?language=ru](https://www.ted.com/talks/sugata_mitra_build_a_school_in_the_cloud/transcript?language=ru)
- [21] **Сазерленд Дж.** SCRUM. Революционный метод управления проектами. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2016. 288 с.
- [22] **Степанов С.Ю., Оржековский П.А., Ушаков Д.В.** Проблема цифровизации и стратегии развития непрерывного образования. *Непрерывное образование: XXI век*. 2020. Вып.2(30). DOI: 10.15393/j5.art.2020.5684.
- [23] **Глиноецкий Н.П.** Исторический очерк Николаевской академии генерального штаба. СПб: Типография штаба войск гвардии и Петербургского военного округа, 1882. 711 с.
- [24] ГОСТ Р 59798-2021. Информационные технологии. ОНТОЛОГИИ ВЫСШЕГО УРОВНЯ (TLO). Часть 2. Базисная формальная онтология (BFO). Information technology. Top-level ontologies (TLO). Part 1. Basic Formal Ontology (BFO). Дата введения 2022-04-30.

## Сведения об авторе

**Филимонов Вячеслав Аркадьевич**, 1946 г. рождения. Окончил Томский государственный университет (1970), к.т.н. (1978), д.т.н. (2000), профессор (2006), с.н.с. Института математики им. С.Л. Соболева СО РАН (Омский филиал). В списке научных трудов около 100 работ в области радиотехники, системного анализа, прикладной математики, образования, искусственного интеллекта. AuthorID (РИНЦ) 2750-2279, AuthorID (Scopus) 57201316482, ResearcherID (WoS) J-2258-2018. [filimonov-v-a@yandex.ru](mailto:filimonov-v-a@yandex.ru).



Поступила в редакцию 20.07.2022, после рецензирования 07.10.2022. Принята к публикации 11.11.2022



## A blueprint for the short course "Selected Engineering Issues"

© 2022, V.A. Filimonov

*Sobolev Institute of mathematics SB RAS, Omsk, Russia*

### Abstract

It is proposed to supplement the existing university courses "Introduction to Engineering" with a brief overview of the author's project-based learning course "Selected engineering issues". As an example, a five-day course plan is given. The course is intended for a general understanding of the specifics, structure and problems of engineering activities, and, according to the plan, should improve the mastering of the material of the Introduction to Engineering courses. The course has the format of a collective educational and project process, which is implemented in the cognitive infrastructure of the situation center on the resources available to the organizers. Such a center can be set up outside the classroom using participants' smartphones. The cognitive environment is ensured by the presence of a support team consisting of a coordinator, a methodologist, a tablet keeper and a game technician. The functions of the support team can be performed by one specially trained teacher capable of reflexive perception of the learning situation. A constructor of course options is proposed, which includes various types of implementation processes. A variant of a metaphorical cognitive engineering map as a set of pictures and comments to them is proposed. The need for separate consideration of the setting tasks stages, working on bugs and opportunities for students to quickly access network resources and teamwork technologies is noted. The author's "4C" approach (collective, cognitive, configurative, convergent) is used in combination with a cross-technology system that provides multidisciplinary. The concept of mutual adjustment of students' cognitive profiles and teaching formats of academic subjects (visual, audio, kinesthetic, tactile) is also used. The use of the listed author's tools ensures the originality of the proposed solutions.

**Keywords:** *system, schematization, reflection, heuristics, team, cross-technologies, "4C" approach, course designer, cognitive map.*

**For citation:** *Filimonov VA. A blueprint for the short course "Selected Engineering Issues" [In Russian]. *Ontology of designing.* 2022; 12(4): 495-505. DOI:10.18287/2223-9537-2022-12-4-495-505.*

**Acknowledgement:** The author expresses gratitude to the Doctor of Technical Sciences Professor V.N. Zadorozhny for the opportunity to make a presentation of the course at the seminar for students and postgraduates of Omsk State Technical University.

**Financial Support:** the work was carried out within the framework of the state task of the SB RAS, project FWNF-2022-0016.

**Conflict of interest:** The author declares that there is no conflict of interest.

### List of figures and tables

Figure 1 - An example of a pictographic representation of a project-based learning course

Figure 2 - Metaphorical cognitive map of engineering

Table 1 - Description of the constructor's components

Table 2 - Explanations for the metaphorical cognitive map

Table 3 - Course structure

### References

- [1] What to do? Who is guilty? Discussion about education [In Russian]. Bulletin of the Siberian State University. Aerospace University, 2010; 5(31): 197- 201.
- [2] **Creek E.** Introduction to engineering [In Russian]. Moscow: Energy, 1970. 176 p.
- [3] **Reyzlin VI.** Introduction to engineering activities for students of direction 230100 "Computer science and computer technology": a textbook [In Russian]. Tomsk: Publishing House of the National Research Tomsk

- Polytechnic University, 2012. 160 p.
- [4] Engineering ontology. Engineering as a journey: a textbook [In Russian]. V. Nikitin, S. Pereslegin, A. Paribok and others / Ekaterinburg: Forzhjekt LLC, 2013. 230 p.
- [5] **Kornilov IK**. Fundamentals of engineering art [In Russian]. Moscow: MGUP named after I. Fedorov, 2014. 372 p.
- [6] **Mazumder KKh**. Introduction to engineering. Assessment and approach to problem solving [In Russian]. Astana: Talap, 2016, 658 p.
- [7] **Nikolenko VYu**. Basic course of systems engineering [In Russian]. 2018. Moscow: MIPT. 330 p.
- [8] **Ellenberg J**. How not to be wrong. The power of mathematical thinking [In Russian]. Moscow: MIF, 2018. 576 p.
- [9] **Taleb N**. Antifragility. How to benefit from chaos [In Russian]. Moscow: Hummingbird, Azbuka-Atticus, 2020. 768 p.
- [10] **Filimonov VA**. Problems of decision support systems on the examples of a pandemic and special operations: landmarks of engineering education [In Russian]. Management systems, information technologies and mathematical modeling. Mater. IV All-Russian. scientific and practical. Conf. Omsk: Omsk State. tech. un-t, 2022. P.52-57.
- [11] **Filimonov VA**. Cross-technologies of the situational center - cognitive design infrastructure [In Russian]. *Ontology of designing*. 2014; 4(14): 98-104.
- [12] **Filimonov VA, Chernyavskaya VS**. Formalization of animation on the example of the concept of "love" [In Russian]. *Ontology of designing*. 2022; 12(1): 11-24. DOI: 10.18287/2223-9537-2022-12-1-11-24.
- [13] **Altshuller G**. Find an idea: Introduction to TRIZ — the theory of inventive problem solving [In Russian]. Moscow: Alpina Publishers, 2011. 400 p.
- [14] **Altov GS**. And then an inventor appeared [In Russian]. Moscow: Det. lit., 1987. 126 p.
- [15] **Moiseev N.N**. Mathematics puts experiment [In Russian]. Moscow Nauka, 1979. 224 p.
- [16] **Fink LM**. Signals, interference, errors ... (Notes on some surprises, paradoxes and misconceptions in communication theory) [In Russian]. Moscow: Svyaz, 1978. 272 p.
- [17] **Fidelman G, Dedikov S, Adler Yu**. Alternative management. Experience in building a funky company in Russia [In Russian]. Moscow: Alpina Business Books, 2007. 222 p.
- [18] **Tarasov VK**. The art of managerial struggle. Technologies of interception and retention of control [In Russian]. - Moscow: Good book, 2019, 432 p.
- [19] **Krylov AN**. My memories [In Russian]. Leningrad: Shipbuilding, 1979, 480 p.
- [20] **Mitra S**. Let's build a school in the clouds. Lecture.  
link:[https://www.ted.com/talks/sugata\\_mitra\\_build\\_a\\_school\\_in\\_the\\_cloud/transcript?language=en](https://www.ted.com/talks/sugata_mitra_build_a_school_in_the_cloud/transcript?language=en)
- [21] **Sutherland J**. SCRUM. A revolutionary method of project management [In Russian]. Moscow: Mann, Ivanov and Ferber, 2016. 288 p.
- [22] **Stepanov SY, Orzhekovsky PA, Ushakov DV**. The problem of digitalization and strategies for the development of continuing education [In Russian]. *Continuing education: XXI century*. 2020; 2(30). DOI: 10.15393/j5.art.2020.5684.
- [23] **Glinoetsky NP**. Historical sketch of the Nikolaev Academy of the General Staff [In Russian]. St. Petersburg: Printing house of the headquarters of the Guard troops and the St. Petersburg Military District, 1882. 711 p.
- [24] GOST R 59798-2021. Information Technology. Top-level ontologies (TLOs). Part 1. Basic Formal Ontology (BFO). Introduction date 2022-04-30.

## About the author

**Vyacheslav Arkadyevich Filimonov** (b.1946) graduated from the Tomsk State University (1970), Doctor of Technical Sciences (2000), Professor (2006), Senior Researcher at the Institute of Mathematics SB RAS (Omsk branch). The list of scientific papers includes about 100 papers in the field of radio engineering, system analysis, applied mathematics, education, artificial intelligence. AutorID (RSCI) 2750-2279, AutorID (Scopus) 57201316482, ResearcherID (WoS) J-2258-2018. [filimonov-v-a@yandex.ru](mailto:filimonov-v-a@yandex.ru).

Received July 20, 2022. Revised October 07, 2022. Accepted November 11, 2022.