

<http://www.metodolog.ru/node/599>

А.В.Кудрявцев. **Как соответствовать растущим запросам общества?**

Какие требования к решателям, преподавателям, общество предъявляет сегодня или предъявит в самом ближайшем будущем?

К.Л.Левков и О.Л.Фиговский в письме «**К вопросу подготовки инновационных инженеров**», <http://www.metodolog.ru/node/600>, в целом ответили на вопрос, заданный А.В.Кудрявцевым.

Решатели должны иметь способность:

- применять естественнонаучные, математические и инженерные знания;
- планировать и проводить эксперименты, анализировать и интерпретировать данные;
- проектировать системы, их компоненты или процессы в соответствии с поставленными задачами;
- формулировать и решать инженерные проблемы;
- демонстрировать знание современных проблем;
- применять навыки и современные инженерные методы, необходимые для инженерной деятельности,
- работать в коллективе по междисциплинарной тематике;
- осознавать профессиональные и этические обязанности;
- эффективно общаться;
- демонстрировать широкую эрудицию, необходимую для понимания глобальных и социальных последствий инженерных решений;
- понимать необходимость и уметь учиться постоянно;

а преподаватели должны уметь учить решателей приобретать эти способности.

Увы, перечисленные способности (знания, умения, навыки) даны только списком, а надо бы их связать в логичную сеть: список не позволяет понять – избыточный он или недостаточный, не позволяет увидеть ключевую способность и т.д.

В списке явно видны пункты, которые можно отнести к направлениям

1. Поиск и решение задач:

- проектировать системы или процессы согласно поставленным задачам;¹
- демонстрировать знание современных проблем;
- формулировать и решать инженерные проблемы;
- применять естественнонаучные, математические и инженерные знания;
- применять навыки и современные инженерные методы, необходимые для инженерной деятельности;
- планировать и проводить эксперименты, анализировать и интерпретировать данные.

2. Работа в коллективе (или более широко – включенность в общество):

- демонстрировать широкую эрудицию, необходимую для понимания глобальных и социальных последствий инженерных решений.
- работать в коллективе по междисциплинарной тематике;
- осознавать профессиональные и этические обязанности;
- эффективно общаться.

3. Обучение:

- понимать необходимость и уметь учиться постоянно.

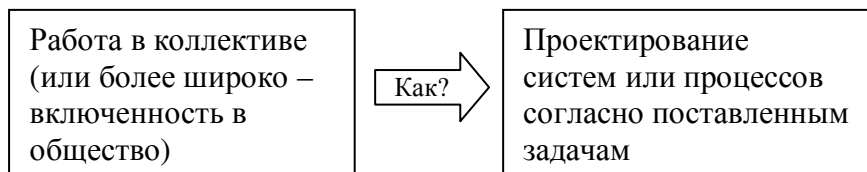
¹ Чуть подредактировал формулировку.

Построение цепочки (сети) для направления 1 «Поиск и решение задач»:



Видно, что центральным пунктом является умение **формулировать и решать инженерные проблемы**. Все остальные пункты «работают» на этот центральный. Исходным же пунктом для направления «Поиск и решение задач» является «Проектирование систем или процессов согласно поставленным задачам», что и показано.

Очевидно, что задачи на проектирование систем ставит общество, что сразу отсылает нас к направлению 2 «Работа в коллективе (или более широко – включенность в общество)».



Но понимание глобальных и социальных (3) последствий инженерных решений указанных проблем требует в 1-ю очередь понимания (1) эволюции – глобальной и социальной и (2) проблем этой эволюции².

² Вот здесь как раз показано, что список был неполон – в цепочку добавлены явно нужные звенья (1) и (2).

Замечу, что просто последствий не бывает! Ведь сразу же возникает вопрос – **последствия для чего или для кого?** А ответ такой: последствия прежде всего бывают для звена, для которого решались задачи. В нашем случае – это глобальная и социальная эволюция. Поэтому и надо выяснять - как полученные инженерные решения проблем повлияют на глобальную и социальную эволюцию?

Здесь, кстати, видно, как возникает цепь обратной связи (ОС), что является хорошим признаком правильности рассуждений³ – появляется управляемость процесса: Объект₁ (исходный) → Объект₂ (измененный) → последствия изменений → проверка последствий изменений на (+) и (-) с помощью сравнения Объекта₁ и Объекта₂.

Как далее отмечают Л.Левков и О.Л.Фиговский: «Для решения подобных задач необходимы творческие способности, которые должна развивать и воспитывать современная система инженерного образования.

Наиболее эффективной из существующих методологий является Теория решения изобретательских задач – ТРИЗ. Структурно классический ТРИЗ состоит из следующих разделов:

1. Законы развития технических систем (ЗРТС).
2. Информационный фонд ТРИЗ.
3. Вепольный анализ (структурный вещественно-полевой анализ) технических систем.
4. Алгоритм решения изобретательских задач — АРИЗ.
5. Методы развития творческого воображения (РТВ)».

С этим трудно не согласиться, но сколько авторов повторяют эти же слова с конца 80-хх гг. прошлого века!? Да и предложения для современной системы инженерного образования новизной не блещут: «...качественный уровень образования в области точных наук и специальных дисциплин, владение необходимыми для работы компьютерными технологиями, программами и методами проектирования, знание и использование в работе методов поиска информации, системного инжиниринга и методов активизации творческого мышления».

Но есть у авторов полезный пассаж, который свелся к идее многомерности в обучении: «Все науки настолько связаны между собою, что легче изучать их все сразу, нежели какую-либо одну из них в отдельности от всех прочих». И ещё: «Высказывания мудрецов могут быть сведены к очень небольшому числу общих правил».

Эти слова в буквальном смысле реализованы в виде неоднократно описанной Универсальной Схемы Эволюции (УСЭ), которая разработана преимущественно на основе законов развития, выявленных и используемых в Теории Решения Изобретательских Задач (ТРИЗ) .

В УСЭ список законов дополнен (учтены законы эволюции природных и нетехнических систем) и переструктурирован. В результате получена инвариантная и устойчивая схема⁴ законов эволюции, позволяющая единообразно описать:

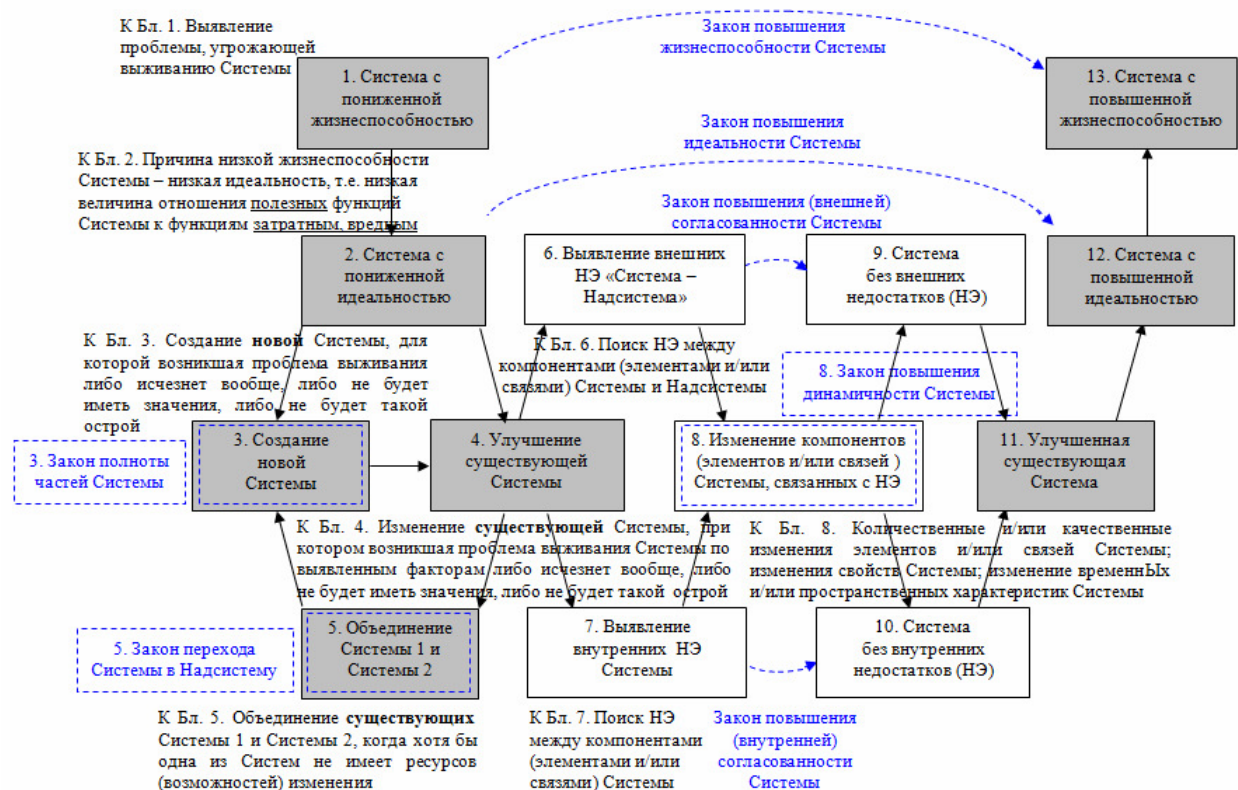
- методы преобразования систем – неалгоритмические (Метод проб и ошибок, его модификации – мозговой штурм и пр.) и алгоритмические (все инструменты ТРИЗ);
- эволюцию технических, нетехнических (бизнес, наука, культура, общество и т.д.) и природных (неживая и живая – флора и фауна) систем;
- методы принятия решений;

³ И с кибернетической точки зрения, и с точки зрения полноты частей системы (ТРИЗ).

⁴ А не список, который всегда несет в себе неопределенность – полный, избыточный, недостаточный?

- формирование фрактальных структур (не декларируется, как обычно, только самоподобие структур разных иерархических уровней, а объясняется причина этого самоподобия);
- эволюционный подход в программировании (генетический алгоритм);
- работу коры головного мозга человека.

Универсальная Схема Эволюции



С учетом представленных характеристик УСЭ можно определить как естественную структуру т.е. структуру действительно отражающую свойства природы. Поиск естественной структуры – это именно то, чем занимается наука! Ведь цель науки – это изучение явлений природы, их формальное описание в виде законов и **поиск единства этих описаний**. И успех исследователей достигается с помощью способности связывать разрозненные фрагменты знания в единую картину.

Как отмечается в статье⁵: «Естественная классификация – относительно новое направление анализа данных, позволяющее с помощью компьютерных программ решать задачи, доступные пока только человеческому интеллекту в его наивысших проявлениях. Хорошие естественные классификации в науке можно пересчитать по пальцам».

Хочу надеяться, что УСЭ такой классификацией (т.е. структурой) является. И поэтому годится для направлений «Поиск и решение задач», «Работа в коллективе» и «Обучение».

Алексей Захаров
6 июля 2010 г.

⁵ Костин В.С. Естественная классификация как закон природы. 20 марта 2010 г. 8:16, <http://www.upself.ru/contest/60797/article/71940>

Пояснение: вместо термина «естественная классификация» я использую термин «естественная структура».