

• Classroom work (hours / Modules 2-3)	66 h. (28+38)
• Self-study work (hours / Modules 2-3)	142 h.
• Number of credits (ECTS)	6 (1 credit = 38 hours)
• Forms of control	3 class quizzes - Module 2 (quiz 1) + 1 mini-quiz - Module 3 (quizzes 2 and 3 + pres.) - participation in seminar's discussion
• Final (ultimate) grade	cumulative result; no separate exam

Notes concerning *grading policy* in the course (as of now):

- The overall course grade (Module 3)

➡
$$O_{res.} = 0.1 * O_{part_seminar} + 0.2 * O_{quiz_1} + 0.25 * O_{quiz_2} + 0.25 * O_{quiz_3} + 0.2 * O_{pres_quiz_3}$$

Несколько вводных слов, касающихся названия дисциплины:

Системный анализ (СА) можно определить как методологию, направленную на оценку и выработку улучшающего вмешательства в проблемы, связанные с системами в различных контекстах.

When talking about **engineer** in general and particularly **software engineer**, it is important to mention that *System Analysis* (SA)



1. ...helps to gain better understanding of the system in a whole (*holistic view*), elements of system and their relationships → identification of potential issues, ideas related to possible solutions (*improving interventions*),
2. ... creates grounds to discover *root causes* of arising problems → effective problem-solving,
3. ... anticipates the effects of changes on the overall system,
4. ... encourages collaboration and effective communication among members of teams, *stakeholders* → cohesive approach to solving problems that are initially positioned as *ill-defined* (messy) problems

С одной стороны, **системный анализ (СА)** нацелен на исследование системы через изучение ее структуры, функций, наблюдаемого поведения и особенностей окружения (внешней среды **Env**), которое создает основу для объяснения текущего положения дел и предложений по улучшению (**избегаем использования слова 'оптимизация'!**) определенных аспектов работы системы [Gharajedaghi J. Systems Thinking. Managing Chaos and Complexity: A Platform for Designing Business Architecture, 3rd ed., Morgan Kaufmann, 2012; SEBoK, ver. 2.10, https://sebokwiki.org/wiki/System_Analysis (дата доступа: 31 октября, 2024)].

С другой стороны, **СА** можно определить как методологию изучения систем разной природы для определения их целей и выявления действий для эффективного достижения этих целей. Зачастую это предусматривает выделение составных частей (элементов) систем для того, чтобы понять, как эти части взаимодействуют и функционируют вместе [Merriam-Webster Dictionary, <https://www.merriam-webster.com/dictionary/systems%20analysis> (дата доступа: 27 октября, 2024)].

Отдельно следует отметить и определение, предложенное академиком РАН, проф. **Ларичевым О.И.** (1934-2003): *"системный анализ - это*



совокупность процедур и аналитических методов, используемых для изучения слабоструктурированных проблем (англ. ill-defined problems)". Понятно, что используемое здесь

слово 'изучение' подразумевает нацеленность на (лучшее) понимание проблемы (по сути, мы можем использовать здесь слово 'обсуждение' и выработку тех действий (мы уже

использовали наименование 'улучшающего вмешательства'), которые направлены на преодоления проблемы, или, по крайней мере, ослабления её влияния. Фактически, это означает, что *"системный анализ*

рассматривается как сочетание фреймворка системного подхода с инструментами принятия решений"* [Larichev O.I. Systems Analysis and Decision

Making, eds. P.Humphreys, O.Svenson, A.Vári, Advances in Psychology, North-Holland, 14, 1983, pp. 125-144,

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S016641150862230X> (дата доступа: 2 ноября, 2024)].

* Олег Иванович Ларичев о системном подходе: "... *The systems approach is a train of logical stages: definition of a goal or a set of goals; identification of alternative ways of goal achievement; construction of the model presenting the interdependence of goals, means and parameters of the system; determination of the decision rule for selecting the preferred alternative*"

SYSTEMS ANALYSIS AND DECISION MAKING
Oleg I. LARICHEV
Institute for Systems Studies, Moscow, U.S.S.R.

В целом, в качестве ключевых этапов системного анализа (СА) можно выделить следующее:

1. **выявление проблемы** (скажем так, мы (обычно речь идёт о группе) понимаем, что есть проблема, она в своих деталях не выглядит понятной, и чтобы преодолеть такую ситуацию мы переходим к постепенному построению системы, которая и открывает пути для проведения анализа),
2. **сбор необходимой информации от стейкхолдеров** (что они хотят и видят в системе как представлении (модели) проблемы),
3. **моделирование** (применение моделей, позволяющих визуализировать выявленные аспекты взаимодействия элементов системы для удобства

представления того, что было получено ранее как основы для последующего обсуждения и анализа проблемы в контексте (на основе используемой модели(-лей)),

4. аналитики оценивают различные аспекты предлагаемых решений для того, чтобы понять “**степень жизнеспособности**” **альтернатив** до начала этапа реализации того или иного решения (**альтернативы действия**) – этот этап можно назвать этапом **технико-экономического обоснования** (**англ. feasibility study**),
5. **принятие обоснованных решений** (напр., ранжирование выделенных альтернатив возможного преодоления данной проблемы, улучшения проблемной ситуации на основе дополнительных критериев, к числу которых можно отнести стоимость, ограничения бюджета, имеющиеся риски, соответствие целям и др.).

→ The current stage of development of systems analysis and decision making dictates the necessity of considering the human factors which affect decision making. To the forefront come psychological and socio-logical factors. The problems of cognition and the study of decision makers' policies and the role of active groups acquire an ever greater significance.

Similarity between **SA** and **decision making (DM)**

→ *“both deal with processes of complex human decision”*

SYSTEMS ANALYSIS AND DECISION MAKING

Oleg I. LARICHEV

Institute for Systems Studies, Moscow, U.S.S.R.



Возвращаясь к названию дисциплины – в нём присутствует и слово **‘Applied’** (‘прикладной’), которое подчеркивает факт практического применения системного анализа к реальным ситуациям. Одной из особенностей **прикладного системного анализа (ASA)** является нацеленность на решение конкретной проблемы (*“... не на отыскание общих закономерностей”*), специфика и характерные нюансы которой

и должны быть “вскрыты” при проведении анализа *“не аналитиком, а самими участниками проблемной ситуации, ... коллективом (группой/командой) участников ситуации под ненавязчивым руководством аналитика”* [Тарасенко Ф.П. Прикладной системный анализ: учебное пособие - М.: КНОРУС, 2010]. Зачастую это оказывается совсем непростой задачей, поскольку понимание всех этих аспектов рассматриваемой проблемы (последнюю нужно еще и 'правильно' сформулировать, что тоже становится крайне ответственной и отдельной задачей) стейкхолдерами, всеми или какой-то их части, обычно не является полным, может присутствовать некоторое внутреннее сопротивление людей необходимости что-то менять, нежелание делиться в полной мере своими опасениями, мыслями и взглядами, предпринимать что-либо для улучшения текущей (проблемной) ситуации.

К этому же списку можно добавить и ощущения того, что имеющаяся проблема тесно связана с другими аспектами уже “чего-то более широкого” (**проблема как система**, которая имеет свои границы и активно взаимодействует с внешней средой **Env**) и пр. Всё перечисленное выше позволяет утверждать, что для решения реальных проблем *“необходим некий сплав науки, искусства и ремесла”*, причём *“... пропорции между ними для каждой проблемы специфичны”* [Тарасенко Ф.П. Прикладной системный анализ: учебное пособие - М.: КНОРУС, 2010].

Мы можем определить **проблемную ситуацию** как *“некоторое реальное стечение обстоятельств, положение вещей, которым кто-то недоволен, неудовлетворен и хотел бы изменить”* [Тарасенко Ф.П. Прикладной системный анализ: учебное пособие - М.: КНОРУС, 2010]. Такую ситуацию можно связать с контекстом, который определяется не всегда

точно понимаемыми взаимосвязанными неудобствами, вопросами и т.п., что затрудняет их выражение (представление) и разрешение. В этой связи, мы будем различать два понятия “проблема” (англ. *problem*) и “проблемная ситуация” (англ. *problematic situation*) – в повседневной жизни мы обычно используем их как синонимы, чередуя в разных описаниях (объяснениях) для того, чтобы избежать в повествовании повторения слов.

В рамках дисциплины мы будем различать эти слова (словосочетания), отдавая предпочтение “проблемной ситуации” – это действительно то, что возникает в жизни (профессиональной деятельности); обстоятельства приводят к возникновению таковой, привлекая к себе внимание из-за неудовлетворенности определенной группы людей (стейкхолдеров). Различие между *проблемой* и *проблемной ситуацией* можно выразить следующим образом, по крайней мере, будем исходить из следующей интерпретации:

- (а) **проблема** имеет идентифицируемые (понимаемые) причины и потенциальное(-ые) решение(-ния); **проблемная ситуация** характеризуется множеством вопросов и неопределенностей, не позволяющих получить **решение(-ния) в привычном понимании**,
- (б) с точки зрения решения, **проблема** подразумевает, что имеется решение, которое можно получить, или, по крайней мере, определить путь (направление/алгоритм) для его нахождения; применительно к **проблемной ситуации**, имеющиеся вопросы и неопределенности могут потребовать адаптации, поиска ответов, обучения через обсуждение и др. для **лучшего понимания** того, что мы имеем и выработки действия, направленного на **улучшение ситуации**, а не в плане её (абсолютного) разрешения, нахождения решения как такового,
- (в) **проблема** может быть сформулирована и дальше уже на первые роли выходит конкретная стратегия получения решения (после получения формулировки собственно получением решения может

заниматься, по сути, один специалист); фактическая же сложность **проблемной ситуации** связана с необходимостью постановки многочисленных вопросов, поиска возможных ответов на них, интерпретации имеющейся и получаемой при обсуждении со стейкхолдерами информации, выявления связей между факторами, имеющими отношение к обсуждаемой ситуации, и пр.

Можно сказать, что слово **“проблема”** можно ассоциировать с привычным для нас словом **‘ЗАДАЧА’** – от постановки задачи можно перейти к объяснению возможных подходов (алгоритмов) к её решению, обоснованному выбору соответствующего подхода, его реализации и получения **РЕШЕНИЯ задачи**. В случае проблемной ситуации есть *“недовольство, неудовлетворенность и желание изменить наблюдаемое, но может не быть понимания, в чём же собственно состоит ситуация”* (можно это назвать плохо-определенной проблемой, **англ. ill-defined problem**), требуется время

для того, чтобы понять её (до определенного уровня), выявить те факторы, которые имеют к ней отношение (субъективные ощущения людей/стейкхолдеров) и ‘уловить’ связи между этими факторы через проведения групповых дискуссий.

Initial applications of SA → “the analyst was in the position to identify objectively the major characteristics of the problem and reflect them in the model”



В прикладном системном анализе различают чётко определенные проблемы (англ. *well-defined problems*), которые так же можно назвать ‘прирученными’ (укрощенными) проблемами (англ. *tame problems*)**; для этих задач характерны “... точные, беспроблемные формулировки, позволяющие проводить сложный технический анализ” [Rosenhead J. Problem Structuring Methods, In: Encyclopedia of Operations Research and Management Science, 2013, pp.1162-1172,

https://www.researchgate.net/publication/283311585_Problem_Structuring_Methods (дата доступа: 16 сентября, 2024)] и плохо (слабо) определенные проблемы (англ. *ill-defined problems*)

SA → solution of *ill-structured* or *mixed problems* “containing both quantitative and qualitative elements, where the qualitative, scarcely ...

... *conceived and ill-defined facets* of the problems tend to *dominate*” (we can hardly “*build an objective quantitative model*”)

Extra difficulties → application of **SA** to “*problems involving several persons or active groups affecting the decision*” (it leads to conflicting standpoints, subjectivity of decision rules, etc.) ●

SYSTEMS ANALYSIS AND DECISION MAKING
Oleg I. LARICHEV
Institute for Systems Studies, Moscow, U.S.S.R.



Если говорить коротко, то *well-defined problems* характеризуются четкими спецификациями, которые определяют возможность применения систематического подхода к получению решения(-ний).

- What is a *'problem'*? → two popularly held views, namely, they are **'hard'** and **'soft'** views → *"developing a soft systems view, P. Checkland defined a real-world problem as ... one which arises in the everyday world of events and ideas, and may be perceived differently by different people"* → what are the **approaches** to tackle **such problems**?

Flood R.L., Carson E.R.
Systems Approach to
"Problem Solving"
(Ch. In 'Dealing with
Complexity' book)

Hard systems approaches (systems engineering, operations research) assume:

- (a) **Objective** reality of systems in the world
- (b) **Well-defined** (crisp) problem to be solved
- (c) **Technical** (precisely specified) factors foremost
- (d) Scientific (**formal**) approach to problem-solving
- (e) An **ideal solution** (in many cases, *optimal* or *close to optimum* solution)

systematic
Clear purpose,
well-defined goal(s)
and constraints,
possibility to
quantify
constituents...

HARD
VS
SOFT

HARD

Engineering approach can be inappropriate for **'soft'** problems (*"Engineering is the use of mathematical, scientific, and managerial techniques to produce cost-effective artefacts suited to their purpose"*) (**Finniston M.**, Engineering Our Future (report), 1980)

Прикладной системный анализ – 1 курс [модуль 2, 06.11.2024]

** Согласно Cambridge Dictionary, слово **'tame'** можно определить как нечто *“чересчур контролируемое или неувлекательное, позволяющее управлять чем-то опасным или мощным, прирученное”* [<https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english-russian/tame> (дата доступа: 4 ноября, 2024)].

Рассмотрим некоторые примеры... <обсуждение в классе>

Consider well-known publication by **R. Bellman** (1920-1984) and **L.A. Zadeh** (1921-2017) **'Decision-Making in a Fuzzy Environment'** (Management Science, 17 (4), 1970):

Much of the decision-making in the real world takes place in an environment in which the goals, the constraints and the consequences of possible actions are not known precisely.



In contrast *“to a notion of a class or a set in mathematics, most of the classes in the real world do not have crisp boundaries which separate those objects which belong to a class from those that do not”*

Decision = Confluence of Goals and Constraints

По сути, рассмотренные проблемы можно назвать **ЖЕСТКИМИ проблемами** (англ. **hard problems**), которые могут быть сложными, но при этом они четко определены, для них понятны цели, их решения могут быть найдены с использованием четко прописанных подходов, а результаты, как правило, могут быть оценены (измерены). Иногда между **HARD-проблемами** и **TAME-проблемами** проводят границу, определяющую то, что TAME-проблемы, сохраняя все свойства (характеристики) HARD-проблем, представляются *более простыми* по сравнению с HARD-проблемами в плане решения, но мы на этом различии не будем делать особого акцента...

Даже из этого сравнительно короткого введения, мы можем выделить сразу нескольких ключевых понятий, вокруг которых строилось обсуждение, а именно: **‘ПРОБЛЕМА’**, **‘СИСТЕМА’**, **‘РЕШЕНИЕ’** (или, **‘улучшающее вмешательство в проблемную ситуацию’**), **‘СТЕЙКХОЛДЕРЫ’** ...

