***ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»,***

***Российская Федерация***

**32 Определение нелинейной системы. 2020-11-05**

**Заголовок:** Моделирование сложных нелинейных систем: от ограничений к системности и Эйдос-подходу

**Резюме текста:**

Лекция посвящена проблемам моделирования сложных систем, начиная с критики линейных систем как абстракций, редко встречающихся на практике, подобно материальным точкам. Подчеркивается, что реальные системы нелинейны, их факторы взаимосвязаны и взаимозависимы.

Обсуждаются методы анализа, такие как многофакторный анализ и выделение главных компонент, и их ограничения. Отмечается, что сходные факторы ослабляют влияние друг друга, а удаление одного может повысить ценность оставшегося. Взаимозависимость факторов означает, что их вектора в модели могут быть параллельны или близки к этому. Устранение таких факторов оставляет практически ортогональные (взаимоперпендикулярные), что упрощает модель, но не является полной автонормировкой.

Вводится понятие непараметричности, означающее невыполнение нормального распределения для исходных данных, нелинейность объекта и взаимодействие факторов. Действие факторов часто не аддитивно, а мультипликативно, что порождает системные эффекты. Объект управления рассматривается не как множество элементов, а как система взаимосвязанных элементов, обладающая нелинейными, системными свойствами. Повышение системности объекта управления предлагается рассматривать как цель управления, так как это напрямую связано с повышением его эффективности. Эффективность – это системное свойство объекта.

Далее критикуются традиционные методы (например, факторный анализ) за их нереалистичные требования к данным: полнота повторностей всех сочетаний факторов, абсолютная точность и отсутствие шума. Указывается на невозможность выполнения этих условий на практике, где данные всегда фрагментарны, неточны и зашумлены. Приводятся примеры из классических советских учебников (например, Цыпкина), где признается непредсказуемость результатов при неточных данных, но не предлагается реалистичных решений. Обсуждаются методы восполнения пропущенных данных (линейное сглаживание, пропорции, регрессия), но подчеркивается их сомнительность и ограниченность.

Противопоставляется система Эйдос, разработанная для работы с большими объемами реальных, несовершенных данных. Подчеркивается ее способность обрабатывать тысячи факторов и состояний, в отличие от традиционных статистических пакетов (SPSS – до 70 факторов) или факторного анализа (~7 факторов). Эйдос позиционируется как инструмент для решения реальных задач, а не только учебных. Обсуждаются технические аспекты работы с большими данными (Excel, CSV, транспонирование матриц) и возможности Эйдос по обработке до 1.5 млн строк, 16 тыс. колонок (или наоборот через транспонирование), до 1500 классов/градаций.

Модель Эйдос характеризуется математической и алгоритмической ясностью и простотой по сравнению со сложной математикой нелинейной теории управления. Она основана на теории информации. Вводятся требования к мере причинно-следственных связей: вычисляемость из опыта, универсальность, независимость от предметной области, единая количественная шкала с естественным нулем. Количество информации предлагается как такая универсальная мера, применимая в разных областях (экономика, оценка персонала и т.д.), в отличие от метрических мер (например, стоимостных). Упоминается важность неметрических мер сходства (например, скалярное произведение), которые инвариантны к искажениям пространства.

Лектор заключает, что система Эйдос удовлетворяет всем перечисленным требованиям к моделированию сложных нелинейных систем с несовершенными данными. Студентам рекомендуется осваивать систему, публиковать результаты исследований (например, через ResearchGate, РИНЦ), используя предоставляемые возможности для получения DOI и индексируемых публикаций.

**Детальная расшифровка текста:**

**1. Линейные системы как абстракция**

* **Определение и редкость:**
	+ Первым является линейная система, потому что, по сути дела, вот это, то, что я сейчас сказал, это определение линейной системы.
	+ Но я могу вам сказать, что на практике это встречается настолько же редко, как материальные точки. Ну они вообще в природе не встречаются. Вы же знаете, что это просто абстракция физики.
* **Аналогия с математической точкой:**
	+ Ну точно так же и математическая точка, бесконечно малая, является абстракцией математической. И в природе не встречаются они.
* **Приближенность на практике:**
	+ Вот. Так вот, э-э, это значит, что никогда строго это не выполняется, а выполняется только с той степенью, в той степени, в какой э-э исследуемая система приближается э-э к системе линейной, э-э то есть множеству, у которого нет, у которого нет системных свойств.
* **Независимость факторов в линейной системе:**
	+ И факторы, действующие на эту систему, действительно совершенно друг от друга независимы.
* **Неприменимость в реальности:**
	+ Но это, скажем так, на практике этого не бывает просто. Сколько раз я вот проводил исследования, создавал модели, ну такого не бывает.

**2. Взаимодействие факторов и методы анализа**

* **Удаление взаимосвязанных факторов:**
	+ Вот можно искусственно э-э выбросить из системы факторов те, которые взаимодействуют с другими. Это называется э-э в методе многофакторного анализа, называется это выделение главных компонент.
* **Нелинейность моделей в системе Эйдос:**
	+ В системе Эйдос мы тоже знаем о том, что я исследовал эти модели, которые там используются, разрабатывал их и исследовал. И известно мне, что э-э модели эти нелинейные, адекватно отражают нелинейные системы.
* **Влияние количества и сходства факторов:**
	+ То есть если мы увеличиваем число факторов, то их влияние каждого из них уменьшается. Вот, пропорционально тому, насколько они друг другу, с друг другом сходны.
	+ Отсюда вытекает очень такой интересный вывод, что если мы имеем две шкалы каких-то, ну или два фактора, которые действуют на объект моделирования, и они оказывают очень сходное влияние на этот объект, то каждый из них получается как бы в два раза практически ослабляет влияние другого. Если мы один из них удалим, тогда ценность оставшегося возрастает заметно, ну я сказал, в два раза она возрастает, если их два было, очень сходных друг с другом по влиянию.
* **Векторное представление и параллельность:**
	+ Вот. И э-э эти факторы, которые очень сходны друг с другом по влиянию, это означает, что если мы э-э рассмотрим в модели вектора, описывающие эти факторы, э-э а это э-э строчка в системно-когнитивной модели, которую я вам показывал, то тогда просто эти вектора параллельны, значит, практически параллельны.
* **Ортогонализация через удаление:**
	+ Если же мы все вот такие связанные друг с другом э-э факторы удаляем из модели, то тогда получается, что мы фактически оставляем только те из них, которые, ну практически взаимоперпендикулярны. Я говорю, не говорю, что строго взаимоперпендикулярны, а практически взаимоперпендикулярны.
* **Отсутствие автонормировки:**
	+ То есть мы, по сути дела, ну не автонормируем систему факторов, потому что их нельзя повернуть там как-то в этом пространстве. А просто когда их много, то тогда мы просто некоторые из них можем э-э выбросить без ущерба. И даже возможно, это можно сделать разными способами. То есть можно один оставить, а можно другой оставить. Это, в общем-то, дело такое произвольное. Потому что описывают они одно и то же. То есть их смысловое содержание одно и то же этих факторов.

**3. Непараметричность и системные эффекты**

* **Определение непараметричности:**
	+ Так вот непараметричность означает, что не выполняется нормальное распределение для исходных данных. И, соответственно, объект является нелинейным, и факторы взаимодействующими друг с другом э-э в среде объекта управления или моделирования.
* **Неаддитивность и мультипликативность:**
	+ И их действие на объект моделирования, оно не является аддитивным, а является каким-то мультипликативным, например. Вот. То есть наблюдаются системные эффекты.
* **Система vs Множество:**
	+ Это значит, что сам объект управления или моделирования не является множеством элементов, а является именно системой взаимосвязанных элементов, что обеспечивает ему вот эти вот нелинейные свойства, которые можно сказать так, являются системными именно за счёт объекта системы.

**4. Системность, эффективность и цель управления**

* **Важность осознания системности:**
	+ И у нас было занятие, на котором я пытался подробно вам объяснить, что нужно э-э осознавать системность и понимать её э-э выгоду для нас. И пользоваться этим пониманием.
* **Системность как цель управления:**
	+ И описывал вам, что вообще повышение уровня системности объекта управления можно рассматривать как цель управления. Почему? Потому что все вот эти вот э-э эффекты, связанные с повышением эффективности объекта управления, когда мы на него оказываем те или иные воздействия, это всё э-э они все основаны, вся эта эффективность основана на том, что э-э системность объекта управления повышается.
* **Эффективность как системное свойство:**
	+ И эта эффективность является системным свойством этого объекта управления. Вот что самое главное нужно осознать, что эффективность объекта управления является системным, его системным свойством. И когда мы повышаем э-э уровень системности, то мы этим самым мы повышаем его эффективность этого объекта управления.

**5. Требования традиционных методов к данным и их критика**

* **Идеальные требования:**
	+ Модели должны обеспечивать корректность работы на фрагментарных, неполных, неточных, зашумлённых данных.
	+ Но я могу вам сказать, что если взять, допустим, факторный анализ, то там сразу говорится, что полная повторность у всех сочетаний факторов должна соблюдаться. И значения исходных данных должны быть абсолютно точными.
* **Последствия неточности (классический взгляд):**
	+ Почему? Потому что если они будут не абсолютно точными, то пишут классики э-э в книжках э-э советских ещё времён, очень хорошо так написанных, математизированных, серьёзных.
* **Критика классического подхода:**
	+ Но меня, знаете, что поражает? Я, ну, скажем так, я понимаю, что я намного проще, чем эти авторы, которые писали эти книжки. Э-э, то есть я даже себя и не сравнивать не могу с ними, с их компетентностью. Но при этом я вижу, что там всё белыми нитками шито, очень, так сказать, чётко. Потому что открываешь эту книжку, великолепную, прекрасную с точки зрения математической обоснованности результатов, методичности изложения, ну, допустим, книжки профессора Цыпкина э-э советские ещё, э-э по математическим методам э-э анализа эксперимента. И, значит, смотришь, первая же фраза написана: э-э исходные данные должны быть абсолютно точными, потому что иначе э-э результаты непредсказуемы анализа, практически э-э э-э они могут быть как бы почти случайными.
	+ Когда такие вещи пишут э-э взрослые дядечки, серьёзные люди, причём действительно серьёзные. Ну диву даёшься, как они могли такое написать? Они что, вообще полностью обладают, полностью лишены рефлексии и самокритичности, что ли? И самокритичности своей самооценки? Ну как можно написать, что абсолютно точными? Вы понимаете, что это просто невозможно. То есть вообще невозможно просто в природе, э-э это не бывает, чтобы исходные данные были абсолютно точными.

**6. Проблемы измерения и точности**

* **Сложность достижения точности:**
	+ Даже и в физике это сложно очень достижимо. То есть там должны быть информационно-измерительные системы. Измерение должно заключаться не в том, что какое-то число получается отдельное в результате измерения, а в том, что получается э-э, скажем так, распределение результатов измерения, статистическое распределение результатов измерения.
* **Измерение как распределение:**
	+ И результат измерения практически представляет собой вот это распределение. И оно сравнивается, то есть параметры этого распределения, э-э оно аппроксимируется какими-то функциями, методом, так сказать, регрессионного анализа, скорее всего. И параметры этого распределения сравниваются друг с другом, э-э, скажем, сегодня, вчера там, позавчера, или под влиянием различных факторов как-то меняется это распределение.
	+ И вот результат измерения – это есть изменение параметров вот этих частотных распределений результатов э-э точечных результатов измерения. Понимаете? То есть это не просто число, это не просто число с доверительным интервалом, с погрешностью там какой-то. Это распределение чисел с погрешностью. Вот о чём идёт речь.
* **Неприменимость методов при реальных данных:**
	+ И вдруг там говорят: они должны быть абсолютно точными. Значит, тогда этот метод неприменим. Всё, ребята, вы ж математики. Понимаете, должны понимать.

**7. Работа с несовершенными данными**

* **Метод как фантазия:**
	+ Или он применим только в нашей, в наших фантазиях, когда мы можем себе вообразить, напрягая своё воображение, что это абсолютно точные данные.
* **Учебные задачи:**
	+ Ну тогда, значит, мы берём какие-то модельные задачки абстрактные, учебные, небольшой размерности, вычисляем эти исходные данные с помощью каких-то функций, а потом с помощью этого метода восстанавливаем эти функции. Да, это возможно.
* **Неустойчивость к шуму:**
	+ Но если эти функции зашумить, подать на них шум, скажем, там 5%, то метод оказывается неустойчивым. То есть он даёт совершенно какие-то э-э какие угодно результаты, грубо говоря, произвольные. Превращается в генератор, генератор шума.
* **Реальность: фрагментарность и неполнота:**
	+ То есть данные должны быть э-э все повторности и абсолютно точными. И э-э незашумлёнными. Но такого не бывает. И фрагментарные данные всегда. То есть все повторности невозможно обнаружить э-э всех факторов.
* **Пример с экосистемой:**
	+ Ну, допустим, берём мы какую-то искусственную экосистему, поле, например. На неё действуют сотни там или тысячи различных факторов, часть которых являются факторами технологическими, а часть э-э природно-климатическими. И, значит, эти факторы действуют с какими-то определёнными э-э интенсивностями. И у нас есть э-э журналы агрономов, и есть э-э наблюдения базы метеонаблюдений за десятки лет. И мы вот в этих баз берём все значения этих факторов, заносим их в какую-то там базу данных и потом решаем задачи.
* **Невозможность полных сочетаний:**
	+ И мы что, в этих базах данных можем обнаружить все сочетания значений факторов, что ли? Да это смехотворно. Там не будет никогда всех сочетаний, там будут некоторые сочетания, которые реально встречались. А других не будет. И что теперь? А вот метод неприменим.
* **Методы восполнения пропусков (интерполяция/аппроксимация):**
	+ Но если я вам скажу так, если там, допустим, есть э-э, ну, скажем так, три строчки в таблице, соответствующих разным периодам времени или действиям различных факторов, а колонки соответствуют э-э, допустим, результатам их влияния. И, допустим, вот мы видим клеточку, то есть девять, девять этих клеточек, как вот на клавиатуре цифровой, да? Цифры расположены. И вот, допустим, там центральной пятёрки не хватает. Тогда предлагается э-э методом линейного, так сказать, сглаживания, пропорции просто-напросто. Вот, или усреднения там, да, ну больше пропорционально. Поставить туда значение. То есть берём пропорции по диагоналям и по колонке, и по строке. И берём среднее из них. И туда ставим в эту клеточку.
* **Ограничения методов восполнения:**
	+ Ну, это, как сказать, сделать хорошую мину при плохой игре, понимаете? А вдруг там… Дело в том, что когда мы так делаем, то мы не можем гарантировать, что данные целостные, что это будет правда. Вот, то есть это уже очень сомнительная операция, но она создаёт такую видимость разумности этих данных. Вот. Но если там две клеточки пропущено, не вот только цифра пять, а ещё цифра шесть пропущена в этой в этой сеточке. Ну тогда уже никто не придумал, как их восстанавливать, понимаете? Нет, ну можно, конечно, там построить регрессии по строке, по колонке, по диагоналям, регрессии уже. И потом уже нелинейная вот эта вот э-э интерполяция, а уже э-э из этих регрессий вычислять э-э тренды взять математические их, используя регрессионный анализ, тренды написать. И можно функцию тренда. И потом после эти функции можно использовать для интерполяции, получения этих средних значений. Ну то есть идёт речь о том, что мы по каким-то значениям должны восстанавливать остальные.
* **Сомнительность подходов:**
	+ Ну, э-э, всё это очень-очень э-э сомнительно и вызывает много вопросов, и, значит, не повышает э-э, скажем так, авторитета этой модели математической, которая такие предъявляет требования.

**8. Требования к робастным моделям и система Эйдос**

* **Самодостаточность модели:**
	+ То есть модель сама должна это всё обеспечивать. Кроме того, она должна обеспечивать… Значит, это всё, то, что я сейчас перечислил, полностью перечёркивает возможность применения на практике э-э многофакторного анализа практически.
* **Некорректность применения традиционных методов:**
	+ Но это не означает, что он не применяется. Он применяется, но некорректно. Потому что корректное его применение предполагает, что вот всё это выполняется, то, что я сейчас сказал. А это не выполняется. Поэтому его применение, оно применяется, но это некорректно. Это такое, я бы сказал, научная махинация своего рода, я так сказал бы.
* **Требование к размерности:**
	+ Вот. Эти модели должны работать при очень больших размерностях: тысячи факторов и тысячи будущих состояний объекта управления.
* **Ограничения традиционных методов по размерности:**
	+ Ну тут я могу вам сказать, что вот так называемый многофакторный анализ, там есть слово много, много. Это много означает, ну самое больше семь факторов. Семь. Это много. А для реальных задач это крайне мало. Вот. В реальных задачах этих факторов действительно тысячи бывают. То есть не семь, не 10, не 100, не 200, а тысячи, 2.000, 3.000 факторов.
* **Возможности Эйдос по размерности:**
	+ Поэтому… Да, кстати, системы статистические, типа Статистика, SPSS, они не позволяют обрабатывать больше 70 факторов. Э-э текущая версия системы Эйдос позволяет обрабатывать 1.500 факторов. Для сравнения.
* **Назначение систем (учебное vs практическое):**
	+ Ну, наверное, возникают некоторые вопросы, да? А почему так мало-то, собственно? Почему 70? Что, неужели там… Я могу сказать так, что, конечно, это система учебного назначения в основном. То есть это не не такие системы, с помощью которых решаются реальные задачи. А это система, с помощью которой учат студентов и показывают им, что, в принципе, такие задачи можно вот так вот решать. Примерно так.
* **Эйдос как практический инструмент:**
	+ А система Эйдос – это реально работающая система, которая реально позволяет строить модели, где тысячи факторов, э-э, значит, и, значит, э-э… Я даже вам скажу так, конкретно: около пяти, около 1.500 классов и где-то там 11, 12, 20.000 факторов можно использовать. Вот так примерно.

**9. Технические аспекты работы с большими данными в Эйдос**

* **Ограничения Excel и работа с CSV:**
	+ Но современный Excel, если мы берём данные не из CSV файлов, что позволяет система Эйдос новой версии, непосредственно из CSV файлов брать, а из экселевских, то там просто не может быть больше 16.000 колонок. Вот. Поэтому мы берём, значит, 16.000 э-э колонок, но их э-э миллион берём строк.
* **Транспонирование для обхода ограничений:**
	+ Так вот, если мы хотим использовать больше 16.000 э-э описательных шкал, то есть факторов, то тогда система Эйдос позволяет брать информацию из э-э транспонированных матриц. То есть можно брать тогда, скажем, до 16.000 объектов обучающей выборки, а количество шкал брать до миллиона, грубо говоря, вот так, примерно.
* **Ограничения на классы/градации:**
	+ Вот. Но при этом э-э классификационных шкал может быть э-э разное количество, но классов, то есть категорий, э-э градаций в этих шкалах не должно быть суммарно больше полутора тысяч. Ну, на самом деле там и 2.000 с хвостиком, но 1.500 тогда спокойно, надёжно работает.

**10. Желаемые свойства модели: ясность, простота, теория информации**

* **Требования к ясности и простоте:**
	+ Вот. Теперь э-э модель должна обеспечивать математическую и алгоритмическую ясность и простоту и эффективную программную реализуемость.
* **Сложность нелинейной теории управления:**
	+ Ну я могу вам сказать, что вот я читал статьи по линейной, по нелинейной теории управления. Очень сложная математика, ребята. Многофакторное нелинейное управление – это направление автоматическое, э-э направление науки, которое называется э-э система автоматических систем управления. Там рассматриваются передаточные функции, обычно э-э один фактор действует и получается один какой-то выходной показатель, на который он влияет.
* **Простота Эйдос в сравнении:**
	+ А если действует там пять факторов, там, а если действуют десятки факторов, если они эти факторы действуют нелинейно, то там крайне сложная математика. Значит, в системе Эйдос это же всё сам, эти же самые задачи решаются, ребята, э-э очень просто. Если так сравнить с теми моделями, то очень простыми путями они решаются. Но при этом достаточно эффективными. То есть они обеспечивают и учёт нелинейности, и всё получается разумно и корректно.
* **Основа на теории информации:**
	+ Вот. На основе теории информации построено.

**11. Требования к мере причинно-следственных связей**

* **Определение меры:**
	+ Значит, каким требованиям должна соответствовать мера силы и направления причинно-следственных связей, э-э степени э-э причинно-следственных взаимосвязей искомых параметров.
* **Требования к мере:**
	+ Эта мера должна удовлетворять следующим требованиям: обеспечивать эффективную вычисляемость или вычислимость на основе эмпирических данных, полученных непосредственно из опыта; обладать универсальностью и независимостью от предметной области.
* **Пример из экономики:**
	+ Вот скажем, в экономике, когда какие-то измеряются показатели экономические, то часто используется э-э какая-то валюта, грубо говоря, твёрдая, которая берётся в качестве начала отсчёта. Вот. И, в принципе, если там считать в долларах, например, можно сравнивать, как влияют различные характеристики автомобилей на их цену. Вот у нас одна из лабораторных работ этому посвящена. И получается, в общем-то, да, получается, что вот они влияют. И таким образом можно сравнивать эти характеристики друг с другом, преобразовав их в ценовую, в ценовые категории, стоимостном, в стоимостном выражении.
* **Ограничения стоимостных мер:**
	+ Но дело в том, что не всё можно сравнивать в стоимостном выражении. Товары можно сравнивать в стоимостном выражении. А вот, допустим, развитие личностных свойств, степень пригодности претендента на какую-то должность, в соответствии, степень соответствия его этой должности. Как это измерять э-э в стоимости? Значит, это уже проблематично.
* **Количество информации как универсальная мера:**
	+ И я предложил когда-то очень давно, это там прошло, сейчас вот скажу, ну, около больше 40 лет назад, я предложил для этих целей использовать количество информации. Потому что количество информации – это и есть, собственно, если так вот подумать, вот мы хотим узнать, а что будет с объектом моделирования, если на него будет действовать некоторый фактор? Что мы хотим получить при этом? Э-э мы хотим получить некоторое количество информации, которое будет нам э-э сообщать о том, что с ним произойдёт с этим объектом моделирования. И это количество информации мы можем получить откуда угодно: из характеристик этого автомобиля там, из того, кто там водитель, то есть из самых разных э-э источников. И суммарно это, так сказать, и даст нам то, что нам нас интересует. Какое суммарное количество информации мы получаем из всех характеристик этого автомобиля, из всех характеристик его использования, э-э о том, что он относится к определённой ценовой категории, к примеру.
* **Единый принцип интерпретации и шкала:**
	+ Значит, э-э эти э-э модели должны подчиняться единому для различных предметных областей принципу содержательной интерпретации и количественно измеряться в единых единых единицах измерения, а в единой количественной шкале. Э-э шкала с естественным нулём, максимумом и минимумом.
* **Пример с битами информации:**
	+ Ну, количество информации, например, если мы знаем, что объект моделирования переходит в некоторое будущее состояние, а всего этих состояний, скажем, восемь у нас. Вот, то мы знаем, что мы не можем, в принципе, получить больше трёх бит информации о том, в какое состояние он перейдёт.
* **Соответствие модели Эйдос:**
	+ И вот модель, основанная на теории информации, она это этому требованию соответствует. То есть она действительно даёт нам суммарно не больше трёх бит информации о переходе в некоторое состояние.

**12. Учёт целей, системности, детерминированности и неметрические меры**

* **Учёт понятий в модели:**
	+ Э-э эта модель должна обеспечивать, понять, учитывать понятия: цели объекта управления, цели управления, мощность будущего множества будущих состояний объекта управления, уровень системности объекта управления, степень детерминированности объекта управления. То есть насколько он жёстко э-э его поведение связано с действующими на него факторами.
* **Сопоставимость и метрика/функция принадлежности:**
	+ Вот. И э-э должна обладать сопоставимостью в пространстве и времени и обеспечивать возможность введения метрики или неметрической функции принадлежности на базе выбранной количественной меры.
* **Важность неметрических мер:**
	+ Значит, э-э очень интересно, ребята, что вы должны знать, что не обязательно э-э вот, скажем, взять теорию нечётких множеств Заде, например, кардинальную. Там есть функция принадлежности. И не обязательно использовать для того, чтобы определить степень принадлежности объекта к какому-то классу, не обязательно использовать метрику. Можно использовать другие, неметрические меры. И я считаю, что это э-э очень важно.
* **Статья Орлова о неметрических мерах:**
	+ Скоро выйдет статья профессора Орлова о неметрических мерах э-э сходства. Замечательная. Я вот сейчас она в журнал подана, я почитал её, но ещё не вышла. Вот.
* **Скалярное произведение как неметрическая мера:**
	+ В частности, одной из таких мер принадлежности, неметрических мер, является скалярное произведение. Казалось бы, Господи, а что там такого в этом скалярном произведении? Однако оно не зависит от того, является ли пространство ортонормированным, является ли оно у нас искривлённым, скрученным углами Эйлера, и вообще является ли оно топологически эквивалентным евклидову пространству. Может это вообще э-э не топологически, не плоскость и не сфера, а тор какой-нибудь, тороид, например. Всё равно скалярное произведение локально э-э сохраняет тот же самый смысл, который у него есть геометрический: косинус угла между векторами и всё.

**13. Заключение: Эйдос и призыв к действию**

* **Соответствие Эйдос требованиям:**
	+ Вот. То есть очень много таких вот требований. Но, если честно, ребят, вот эти требования, которые я описал к модели и к численной мере, это просто требования, которым удовлетворяет модель системы Эйдос. Вот она этим требованиям удовлетворяет. Если вы попробуете найти другую модель, которая этому удовлетворяет, ребят, то это не удастся сделать.
* **Призыв к публикации:**
	+ Ну, что я могу сказать вам? Значит, читайте эту книжку. Буду рассказывать дальше на следующем занятии, наверное. Сколько у нас хватит времени. Но понятно, что… Сейчас я для себя сейчас запишу в экселевский файл, что следующее занятие у нас посвящено вопрос 3.1.3: конструирование системной численной меры на основе образов. Вот. И там пойдёт речь о системном обобщении теории информации. Я назвал это обобщение СТИ – Системная Теория Информации.
	+ И, ребята, я призываю вас э-э выполнять вот это задание, которое я давал. Не забывать про это. Вот то есть я знаю, что вот Павел выполнил и Елисей. А другие ребята как-то не особо. Вот. Очень регистрироваться в ResearchGate, в РИНЦ и размещать там свои статьи, делать приложения, размещать его там, получать публикацию. Очень хотелось бы, чтобы вы это сделали и научились не только проводить исследования, но и описывать его, вот и результаты, и на основе этого и также публикацию освоили, бесплатную публикацию международную с присвоением э-э цифрового идентификатора DOI (Digital Object Identifier) и размещением его в РИНЦе для публикации, э-э в результате чего у вас появляется публикация, которая будет учитываться и при получении стипендии, и при вашем портфолио.

**14. Административные вопросы и завершение**

* **Завершение лекции:**
	+ Ну всё. На этом, наверное, мы заканчиваем. Сейчас я определюсь. Люсенька! А когда… это… 10 минут 5. Ну уже всё, значит.
* **Вопросы от студентов:**
	+ Ребят, какие у вас есть вопросы, пожалуйста? Возникли какие-то вопросы у вас по работе, может быть?
	+ Вопросов нет.
* **Прощание и личные дела:**
	+ Ну ладно. На этом тогда мы заканчиваем наше занятие, потому что мне надо ехать в аптеку, покупать лекарства. Всего самого хорошего, здоровья вам, не болейте.
	+ До свидания.
	+ Не забывайте выполнять задания.
	+ Спасибо большое, до свидания.
	+ Счастливо.
	+ До свидания.
	+ До свидания.
* **Каналы связи:**
	+ Всегда, пожалуйста, пишите в чат системы Teams, она у меня всё время включена, я вижу все вот ваши сообщения. В любой момент пишите туда или в почту, которую я вам давал. До свидания.