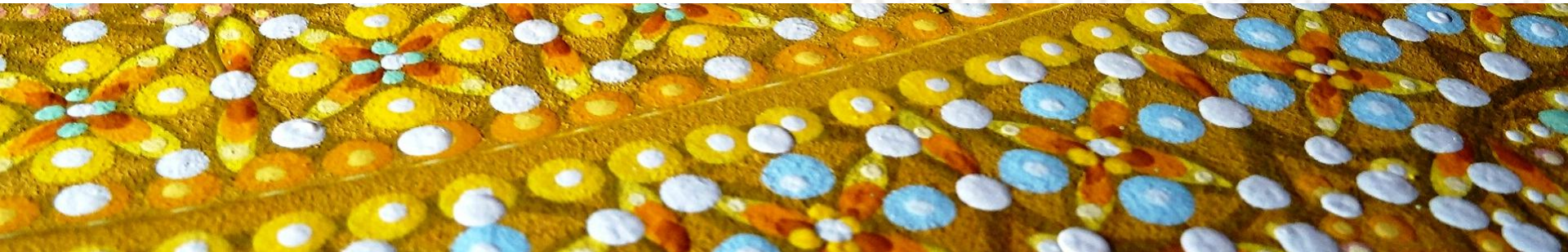
Литейное производство как ОРГАНИЗМИЧЕСКАЯ технология

к.т.н, И. Н. Вольнов,
Инжиниринговый центр «ГИПЕРТЕХ»,
доцент каф. «Машины и технология литейного производства», Московский Политех

XV Литейный консилиум,
г. Челябинск, 8 декабря 2023



Технологические циклы (волны)

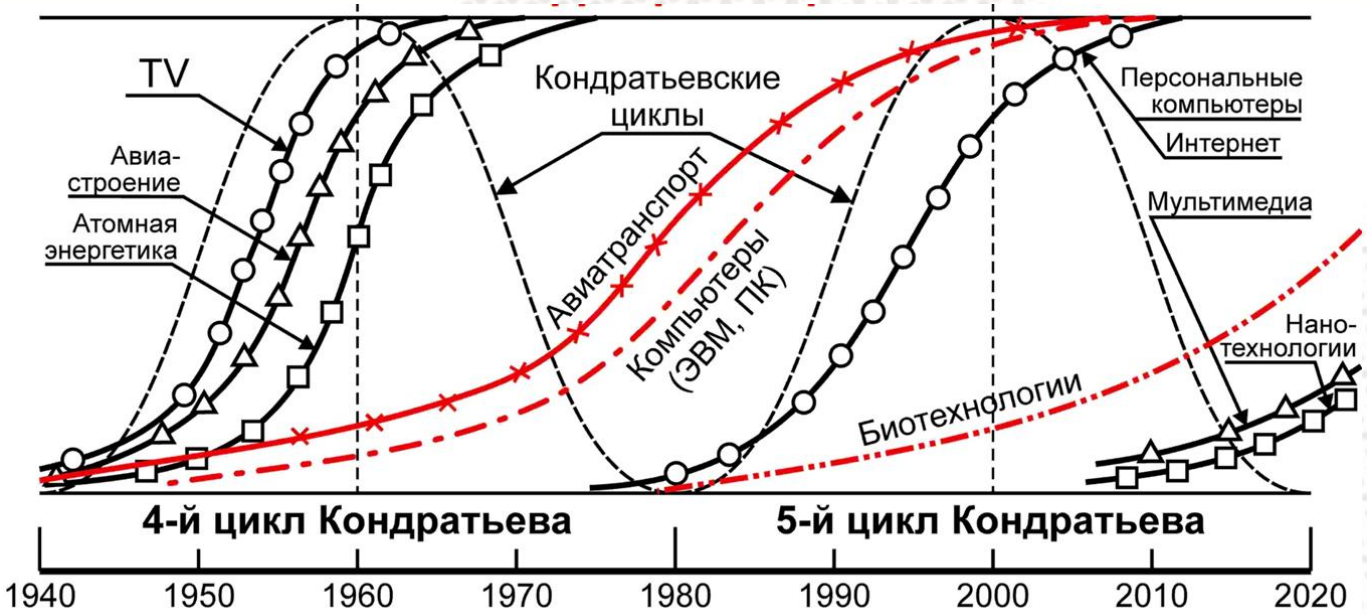
Большие циклы Кондратьева

V технологический уклад

Компьютеры
Малотоннажная химия
Телекоммуникации
Электроника, Интернет

VI технологический уклад

Биотехнологии, Нанотехнологии
Когнитивные технологии
Информационные технологии
Социо-гуманитарные технологи



Технологические циклы (волны)

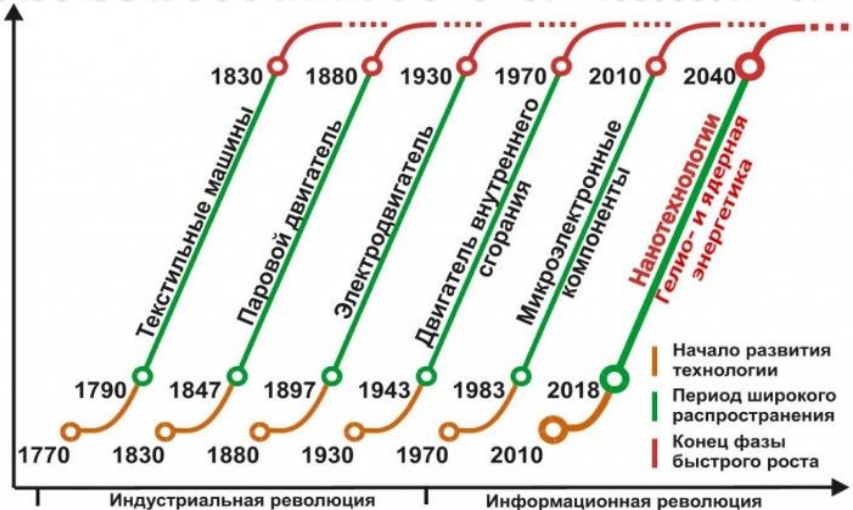
Технология и Наука

V технологический уклад. Начало 80-х

- Мультидисциплинарность
- Междисциплинарность
- Синергетика
- Компьютерное моделирование
- Коммерческие CAD/CAM/CAE
- Параметрическая оптимизация
- Жизненный цикл объекта
- Системотехника
- Автоматизация массового производства

VI технологический уклад. Сейчас.

- Большие данные и Промышленный ИИ.
- Кибер-физические системы
- Аддитивное производство
- Топологическая оптимизация
- Цифровой двойник
- Сферный подход.



Технологические циклы (волны)

Литейное производство

V технологический уклад. Начало 80-х

- Коммерческие САМ ЛП
- Основы ТФО
- Математическая схема И.Л. Воробьёва
- Схемотехника в ЛП
- Автоматизация ЛП
- Параметрическая оптимизация

VI технологический уклад. Сейчас.

- Большие данные в ЛП
- Пром. искусственный интеллект в ЛП
- Аддитивные технологии в ЛП
- Топологическая оптимизация отливки
- Цифровой двойник отливки и ТП литья
- Сферный подход в ЛП.

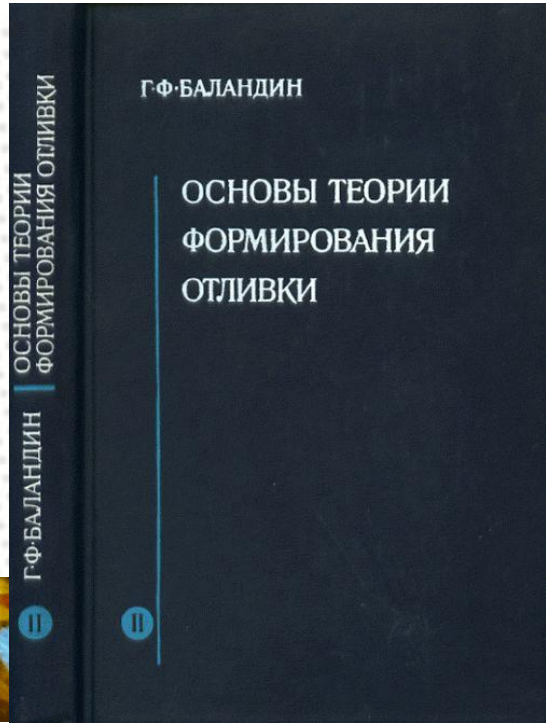
Литейное производство

V технологический уклад. Г.Ф. Баландин, ТФО часть II

«***Построение общей теории на основе аналитического представления*** *всех физических и физико-химических процессов, обуславливающих приобретение отливкой требуемых свойств,* ***дело пока невыполнимое»*** (с.9).

«*Согласно сложившейся структуре теории формирования отливки перечисленные* ***процессы рассматривают****, как правило,* ***отдельно друг от друга****. В связи с этим* ***создан ряд частных теорий*** *…*» (с.7).

«*Однако для решения центральной проблемы в целом* ***фрагментарное построение теории формирования отливки****, когда она является лишь набором частных теорий часто недостаточно согласованных одна с другой* ***не может устроить технолога»*** (с. 9).



Литейное производство

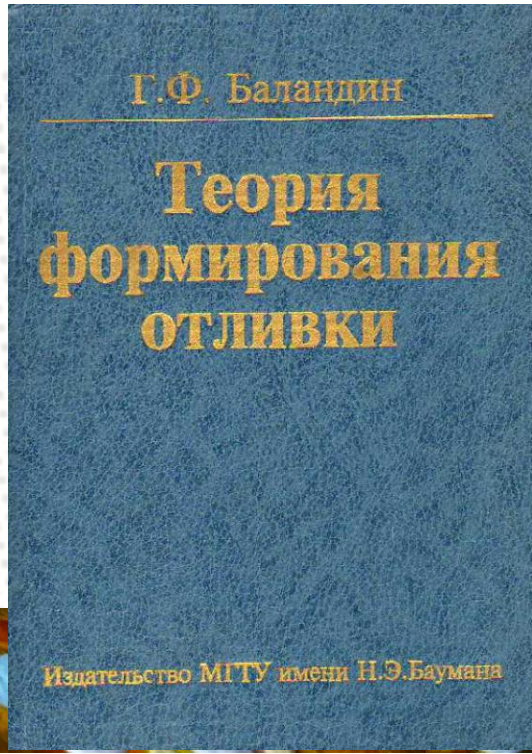
Г.Ф. Баландин ТФО, средовой подход.

Требуется уточнение тепловой теории одновременно на четырех, по крайней мере, уровнях: на тепло-кинетическом, физико-химическом, гидродинамическом и деформационном. … такой путь – неизбежность, строго отвечающая логике развития научной теории.

Упрощенным вариантом этого пути стала математическая схема И.Л. Воробьева, разработанная в конце 70-х годов XX века под руководством проф. Г.Ф. Баландина.

В схему И.Л. Воробьева входит описание следующих четырех явлений и процессов:

- теплообмен затвердевающего расплава с формой; явления зарождения и роста кристаллов твердой фазы в расплаве;
- перераспределение между твердой и жидкой фазами компонентов сплава;
- фильтрация расплава между растущими кристаллами.



Литейное производство

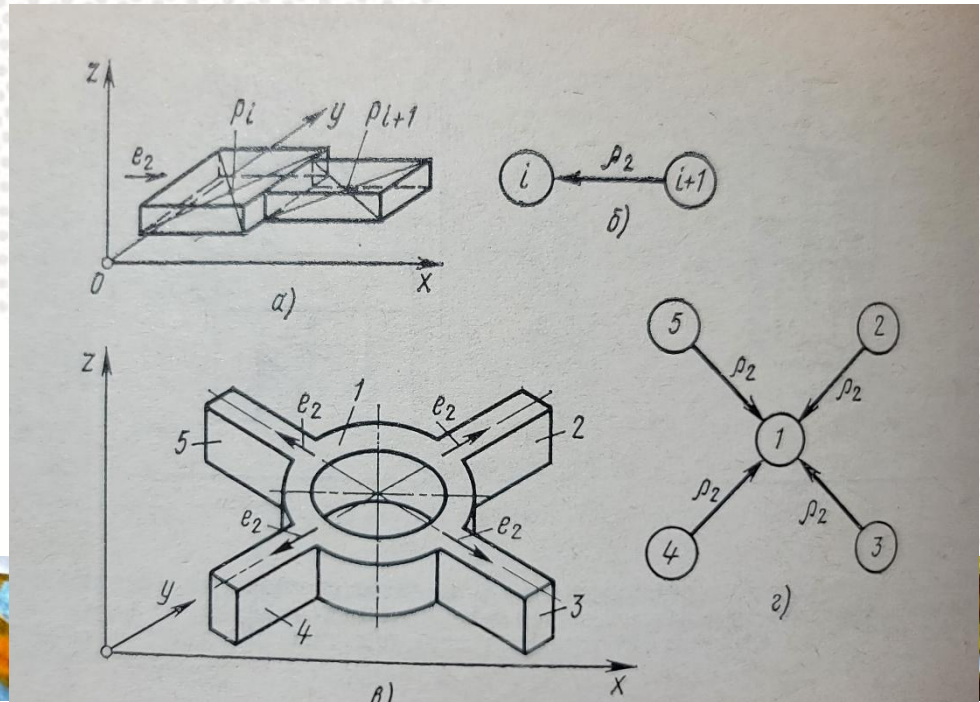
Г.Ф. Баландин ТФО ч II. Системотехника. Системный подход.

Логика развития научной теории: от отдельных частных теорий формирования отливки к парным теория, далее - к тройным и т.д.

Сложность таких теорий растет в геометрической прогрессии. За время V-го технологического уклада **некоторые парные теории так и не получили своего развития**.

Очевидно здесь требуются другие подходы. Одним из них является системотехника.

Создается системотехническая теория питания отливки прибылями.



Возможности современной науки в её средовом и системном подходах для Литейного производства исчерпаны.

Очевидно здесь требуются другие подходы.

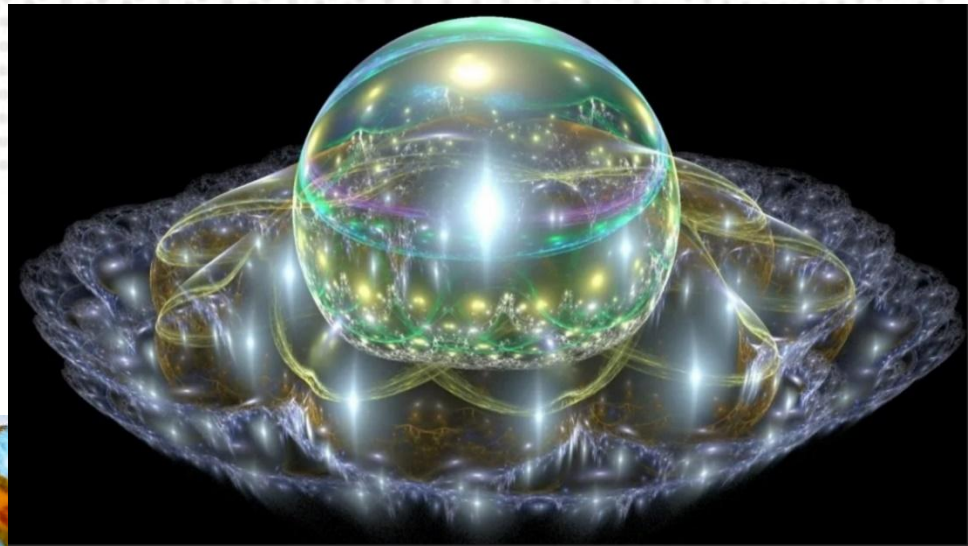
Одним из них является ...

Сферный подход В.И. Вернадского

СФЕРА – строится на единстве оснований: материи, энергии, информации, **жизни**. Опирается на принцип Реди: «*Жизнь порождается только жизнью. Возникновение живого из мертвого невозможно*»

СФЕРА – основные процессы: **круговые, циклические**. Время сферы – циклическое и спиральное.

СФЕРА – **организм**.



Сферный подход В.И. Вернадского

СФЕРА - **объединяет разнородное**. Объект, система и среда вместе.

СФЕРА – неопределенное и **переменное число степеней свободы**. В СИСТЕМЕ - конечное число, в СРЕДЕ – бесконечное.

СФЕРА имеет **скрытые элементы**, важные, но не проявленные.

СФЕРА - обладает «**подсознание**м».

СФЕРА – полностью **невычислима**.

МАШИНА VS Организм

Мир (Человек) как Машина

- Основная метафора Мира и Человека как Машины: **в науке - системный подход**, **в технологии – обратимый процесс сборки-разборки**.
- Мир, живой организм, сознание – **все есть система**, состоящая их отдельных элементов, на которые они могут быть разложены и опять собраны.

Машина VS ОРГАНИЗМ

Мир (человек) как ОРГАНИЗМ

- Основная метафора Мира и Человека как Организма: **в науке - Ноосфера В.И. Вернадского**, **в технологии - процесс выращивания и природоподобные технологии** (М. Ковальчук).
- **Организм целостен**, принципиально неразложим на части и движется к заложенной в его природе цели (результату).
- По настоящему организмичных технологий еще не создано. *3D принтинг – только слабая предпосылка к их созданию*.

МАШИНА VS ОРГАНИЗМ

Время мертвое (механическое) – живое (биологическое)

- **Мертвое время Машины:** *механическое*, физическое время движения. Измеримо через повторяющиеся события. *Линейно, однородно, однонаправленно, бесконечно, обратимо, внешне*.

- **Живое время Организма:** время живого наблюдателя – *биологическое,* термодинамическое, энтропийное (необратимое). Фиксирует изменения в системе. *Однонаправленно, нелинейно, конечно, циклично*. Оно наблюдаемо, но не измеримо, не может быть получено сравнением с эталоном (нет эталона).

Литье VS 3D печать

Первое приближение

3D печать как закрывающая для литья технология.

Преимущества:

- **Меньше операций** по сравнению с литьем
- Практически полная **реализация в Цифре**.
- Высокая **управляемость структурой в ограниченной области**.

Недостатки:

- Высокая **стоимость** (временный).
- Высокая степень **зависимости от исходных материалов**.
- Высокая **длительность** процесса (временный).

Литье VS 3D печать

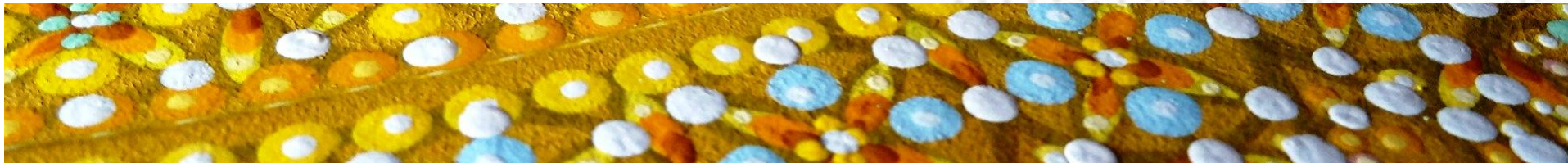
Второе приближение. Организмичность

	Время машины – 3D печать	Время организма - Литье
1	Обратимо	Необратимо
2	Линейно, однородно	Нелинейно, неоднородно
3	Относительно, дискретно	Абсолютно, непрерывно

МАШИНА **ОРГАНИЗМ**

3D ПЕЧАТЬ **ЛИТЬЕ**

3D ПЕЧАТЬ НЕ МОЖЕТ БЫТЬ ЗАКРЫВАЮЩЕЙ ДЛЯ ЛИТЬЯ ТЕХНОЛОГИЕЙ



Литье VS 3D печать

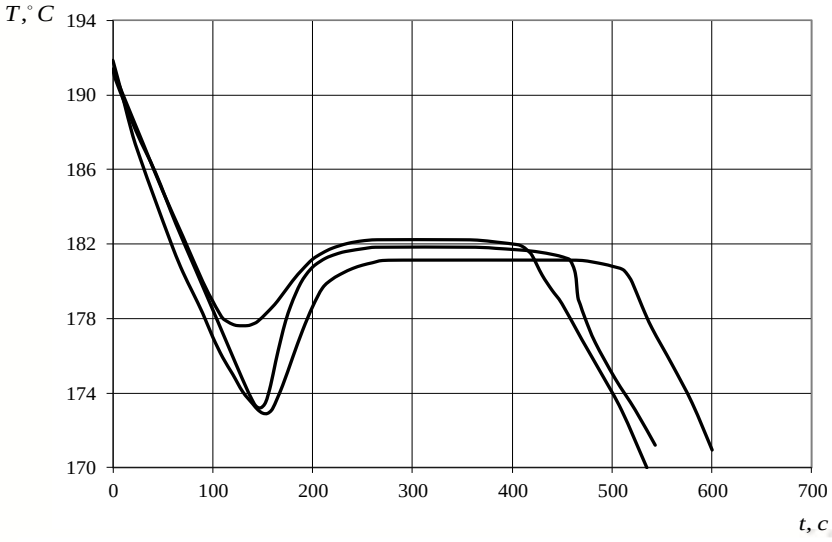
Обратимость VS Необратимость

Литье - необратимо

3D печать - обратима

Литье VS 3D печать

нелинейно/неоднородно VS линейно/однородно



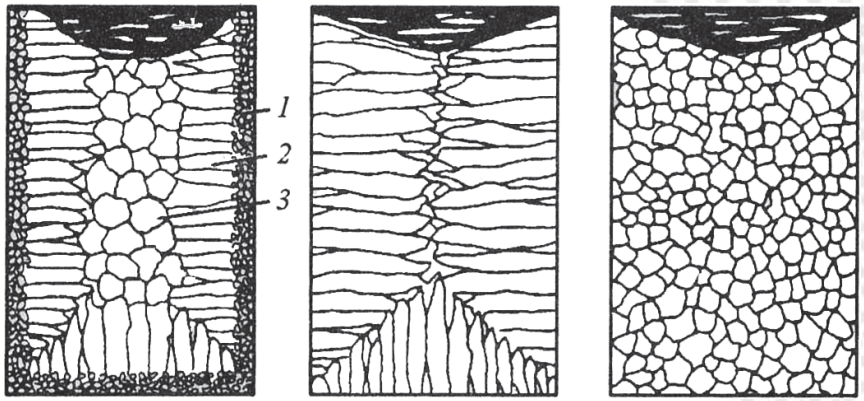
Термограммы кристаллизации отливки из эвтектических сплавов системы *Sn-Pb*

Отливка: Время *неоднородно, нелинейно, необратимо* (зона переохлаждения расплава и зарождения центров кристаллизации, время их коллективного роста).

3D печать: неоднородность и нелинейность выражены локально в пятне лазера. **Глобальное время однородно, линейно и обратимо**.

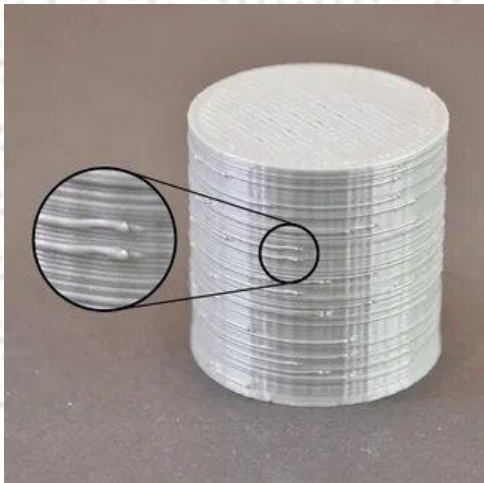
Литье VS 3D печать

непрерывность VS дискретность



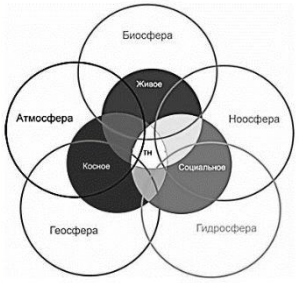
Отливка. Кристаллическая структура отливки **формируется в непрерывном процессе**. **Время процесса едино для всех частей отливки**. Отливка формируется одновременно.

3D печать: процесс дискретный, последовательный. Отдельные части изделия **формируются в своем собственном, локальном времени**. **Локальные времена не связаны**.



Литье

Потенциал развития

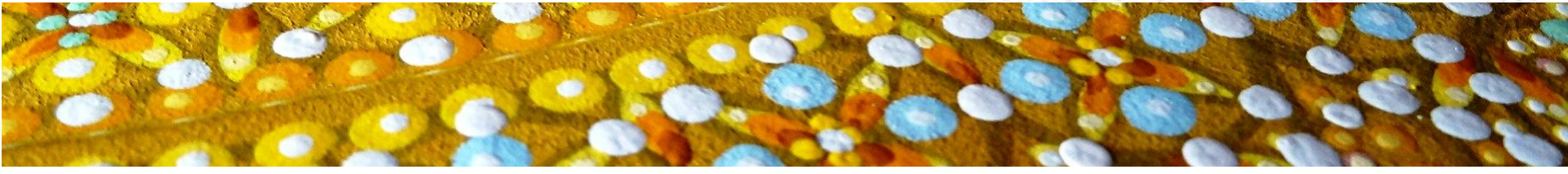


Преимущества:

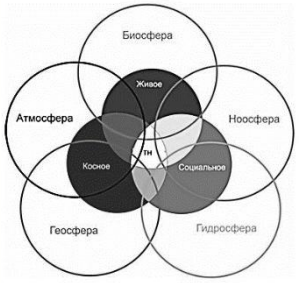
- Отливка формируется **в биологическом,** не в механическом времени.
- Больше соответствует будущим природоподобным и **организмичным технологиям**.
- Одновременное формирование отливки ***экономит*** **время**.
- **Все типы кристаллических структур** могут быть управляемо получены.

Недостатки:

- **Многооперационность** процесса нейтрализует экономию времени затвердевания.
- **Сложность** управления процессом формирования кристаллического строения – литье как искусство.

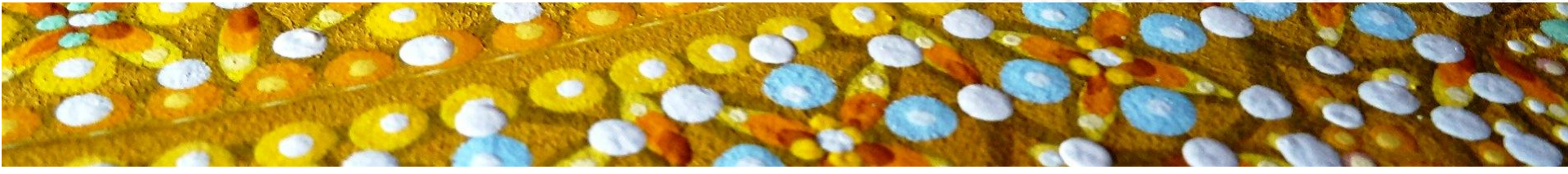


Литье. Потенциал развития.

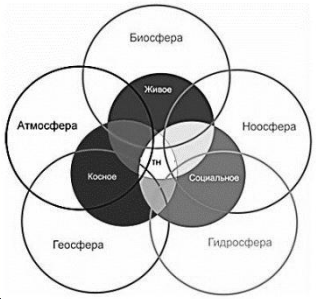


Направления развития. Гипотезы:

- Использование **эмпирических обобщений**: не научных, но технологических принципов управления (правило Грум-Гржимайло).
- Поиск в отливке ***диссиметрии*** кристаллической структуры, характерной для живых организмов, и ее связи с дефектами литья (пористостью, трещинами).
- Отливка как сфера имеет **разнородное строение**, выражающееся в одновременном включении евклидовой и римановой геометрии. Горячие трещины в отливках формируются на стыках такого рода разнородностей.
- Отливка как сфера должна иметь **больший адаптационный потенциал** к условиям эксплуатации в сравнении с 3D печатью, хотя по другим механическим свойствам литье уже проигрывает 3D печати.



3D печать. Потенциал развития.

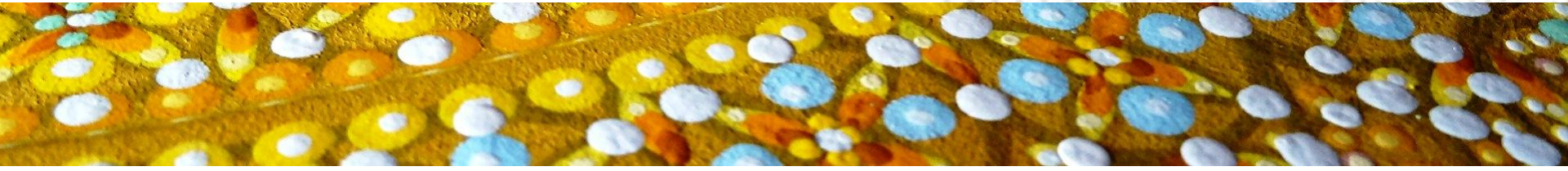


Непреодолимый недостаток.

Даже при создании «быстрой» 3D печати **время процесса остается механическим**, мертвым, не отвечающем тренду организмичности и природоподобию. Биологический термин «выращивание» применяется в 3D печати неоправданно.

Направления развития в сторону организмичности:

- Необходимо **повышать структурную связность** между слоями в изделии. Учитывать историю формирования предыдущих слоев в формировании текущего слоя (связывать локальные времена в одно глобальное). Это позволит получить изделие как целое, а не как «конструктор лего».
- Это также позволит **расширить типы получаемых кристаллических структур**: не только равноостные мелкокристаллические структуры, но также столбчатые и смешанные. Монокристаллическое изделие, по всей видимости получить не получится.

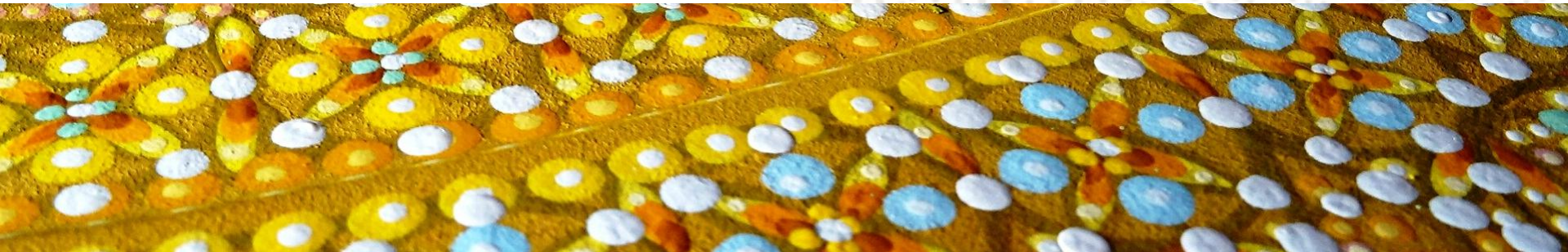
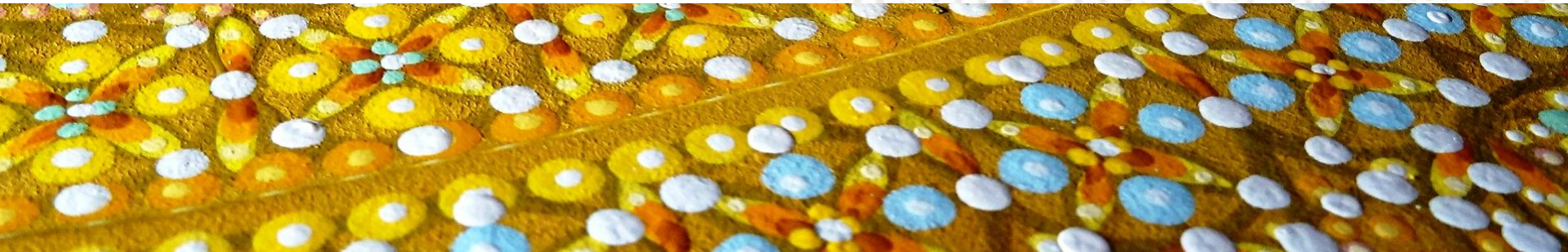


Элементы сферного подхода сегодня

- Мозг человека обладает невычислимой компонентой;
- Современная физика (классическая и квантовая), вычислима по построению и не может быть достаточным средством для изучения невычислимости мозга;
- В будущем должна возникнуть новая невычислимая физика, которая сможет изучать невычислимость мозга;
- Главным инструментом создания будущей невычислимой физики является мозг человека или сам человек.
- Во вселенной есть еще одна невычислимость – это сама вселенная.
- **В невычислимости человек равен вселенной.**

Невычислимость сознания более всего проявлена в искусствах.

Поэзия как невычислимость языка, как способ сопряжения человека со вселенной.



АНДРЕЙ ЧАЙКИН