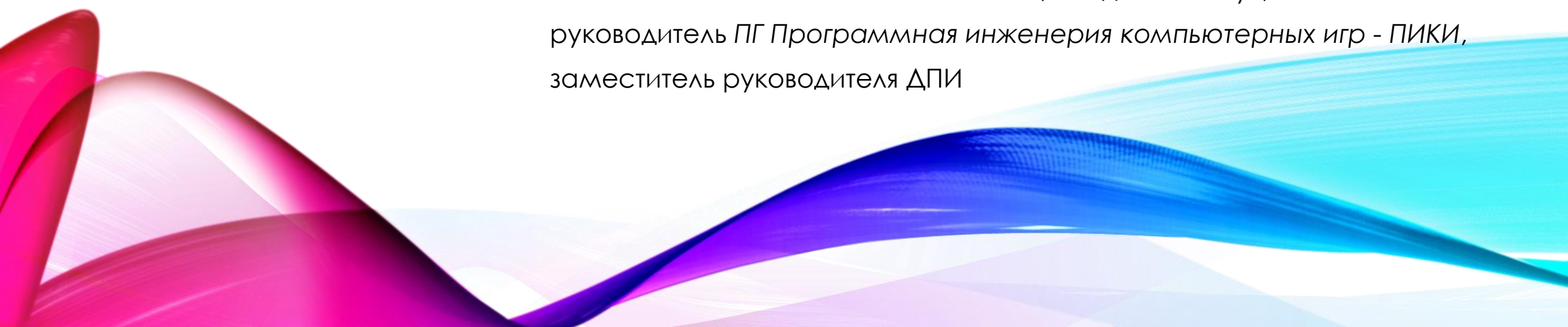


ВЫСОКОИММЕРСИВНАЯ ИНТЕРАКТИВНАЯ КОЛЛАБОРАТИВНАЯ СРЕДА - НОВЫЙ АСПЕКТ ЗЛОВЕЩЕЙ ДОЛИНЫ

Максименкова Ольга Вениаминовна, канд. техн. наук,
руководитель ПГ Программная инженерия компьютерных игр - ПИКИ,
заместитель руководителя ДПИ



ЦЕЛИ

- Познакомить с высокоиммерсивными интерактивными коллаборативными средами
- Раскрыть связанные с ними исследовательские вопросы человеко-машинного взаимодействия (ЧМВ)
 - Представить проблематику, раскрываемую подробнее в стендовых докладах от проектной группы ПИКИ:
 - Вараксин Арсений – О возможностях, сложности и интерпретируемости моделей машинного обучения, лежащих в основе игровых ботов
 - Егорова Елизавета – Об уровнях представления и вовлечения человеческих и компьютерных агентов в высокоиммерсивных интерактивных окружениях
 - Штанов Андрей – О развитии проектирования и реализации имитационного моделирования различных подсистем компьютерных игр в жанре глобальная стратегия

О ЧЁМ МЫ ПОГОВОРИМ?

1. Термины и определения
2. Высокоиммерсивная среда
3. Интеллектуальная система с точки зрения ролей акторов
 - Дрейф ролей
4. Агенты и мультиагентные системы: человек и машина
 - Аффективность, иммерсивность и вовлечённость
5. Зловещая долина
 - При чём тут человеко-машинное взаимодействие
6. ИИгра – наш ответ зловещим долинам
 - Исследовательские гипотезы

ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ

- **Искусственный интеллект (ИИ)** – как дисциплина, исследование и разработка механизмов и приложений систем ИИ
 - ГОСТ Р 71476-2024 (ИСО/МЭК 22989:2022)
- **Система искусственного интеллекта*** (СИИ) –
 - Техническая система, использующая одну или несколько моделей ИИ, которая порождает такие конечные результаты, как контент, прогнозы, рекомендации или решения для заданного набора определённых человеком целей
 - ГОСТ Р 71476-2024 (ИСО-МЭК 22989-2022)
 - Техническая система, в которой используются технологии искусственного интеллекта
 - ГОСТ Р 59277-2020

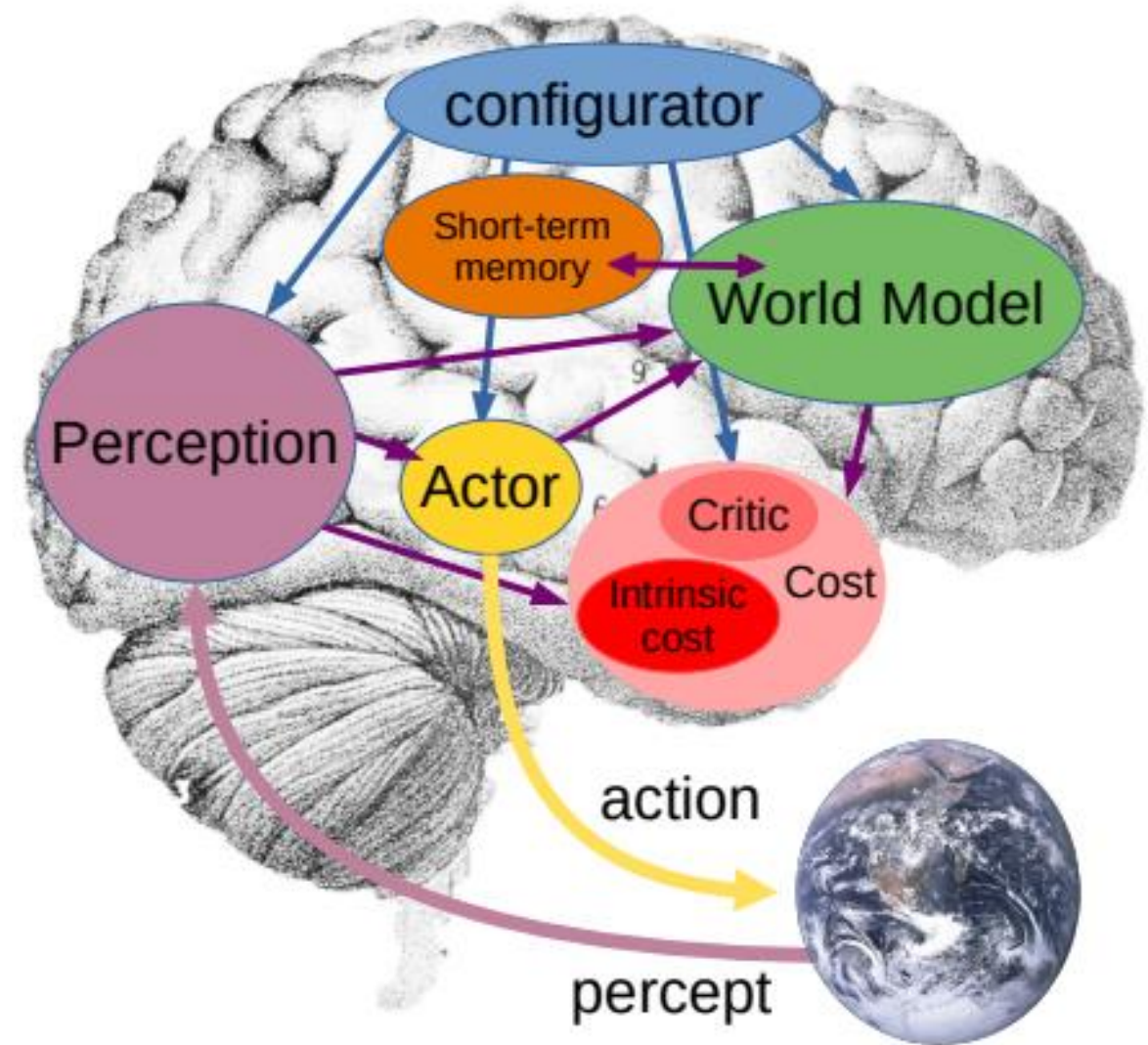
* СИИ / Интеллектуальная система / интеллектуальная программная система и интеллектуальная программа – взаимозаменяемы в докладе

ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ

- **Агент** – Физический / программный объект, которые оценивает собственное состояние, состояние других объектов и окружающей среды для выполнения своих действий, включая прогнозирование и планирование, которые максимизируют успешность, в том числе при неожиданном изменении оцениваемых состояний, достижения своих целей
 - ГОСТ Р 59277-2020
- **Агент ИИ** - Автоматически действующий объект, который воспринимает свое окружение, реагирует на него, а также предпринимает действия для достижения своих целей
 - ГОСТ Р 71476-2024 (ИСО/МЭК 22989:2022)
- **Многоагентная система** – Система, состоящая из множества взаимодействующих интеллектуальных агентов
 - ГОСТ Р 59277-2020

АРХИТЕКТУРА АГЕНТА ИИ ПО ЛЕКУНУ

- **Модуль конфигурации** принимает входные данные от всех остальных модулей и настраивает их для выполнения поставленной задачи.
- **Модуль восприятия** оценивает текущее состояние мира
- **Модуль модели мира** прогнозирует возможные будущие состояния мира как функцию воображаемых последовательностей действий, предлагаемых актером
- **Модуль оценки затрат** вычисляет один скалярный выход (энергию), который измеряет уровень дискомфорта агента. Состоит из **модуля внутренней стоимости**, который неизменяем (необучаем) и вычисляет текущую энергию текущего состояния (боль, удовольствие, голод и т. д.), и **модуля критики**, обучаемого модуля, который прогнозирует будущие значения внутренней стоимости
- **Модуль краткосрочной памяти** отслеживает текущие и прогнозируемые состояния мира и связанные с ними внутренние затраты (Ouyang, S., et. al, 2025)
- **Модуль действия** вычисляет варианты последовательностей действий. Модель мира и модуль критика вычисляют возможные конечные результаты. Агент может найти оптимальную последовательность действий, минимизирующую предполагаемые будущие затраты, и выполнить первое действие в оптимальной последовательности



(LeCun, Y., 2022)

ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ

- **Контент** – информация и иное содержимое, доводимое до пользователя через его органы чувств с помощью пользовательского приложения
 - ГОСТ Р 52872-2019
- **Интерактивная система** – Система компонентов аппаратного и программного обеспечения, которая получает информацию, вводимую пользователем, и передаёт ему свой ответ, помогая в работе или выполнении задачи
 - ГОСТ Р ИСО 9241-210-2016

ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ

- **Интерфейс**

- В широком смысле – формальное или неформальное определение связи в тройке «сущность¹ – связь – сущность²»
- Часть системы, открытая для других систем, внешнее восприятие системы
- Система связей с унифицированными сигналами и/или аппаратурой, предназначенная для обмена материей/информацией между техническими устройствами и/или людьми

- **Протокол** (протокол взаимодействия) – формально описанный способ взаимодействия двух и более субъектов (систем! посредством их интерфейсов!) для их совместной деятельности с учётом контекста

- **Стек протоколов** – иерархически организованный набор протоколов взаимодействия определённых систем в соответствии с выбранными уровнями абстракции

- **Формат данных** – совокупность правил представления и интерпретации данных в памяти компьютера, на внешних носителях, при операциях ввода/вывода и при передаче по каналам связи

ИММЕРСИЯ

- **Иммерсия** – взаимодействие с виртуальной средой, как с реальной
- **Иммерсивность** - уровень психофизиологического соответствия различных типов взаимодействия с виртуальной средой

Нарративная

- Уровень истории / описываемого мира

Стратегическая

- Возможность делать предсказания и планировать действия
- Игрок может абстрагироваться от истории / мира
- Разрушается нелогичностью мира, нарушением причинно-следственных связей, невозможностью обоснования плана

Тактическая

- Непосредственная физическая и психологическая вовлечённость в игровой процесс как последовательность событий (анализируется на уровне долей секунды)
- Разрушается ошибками взаимодействия с пользователем, недостатком ресурсов

рост технической
и
вычислительной
сложности



терминал



2,5D

2D



Гиперреалистичное
3D

3D



VR без свободного
перемещения

VR со свободным
перемещением



нейроинтерфейс



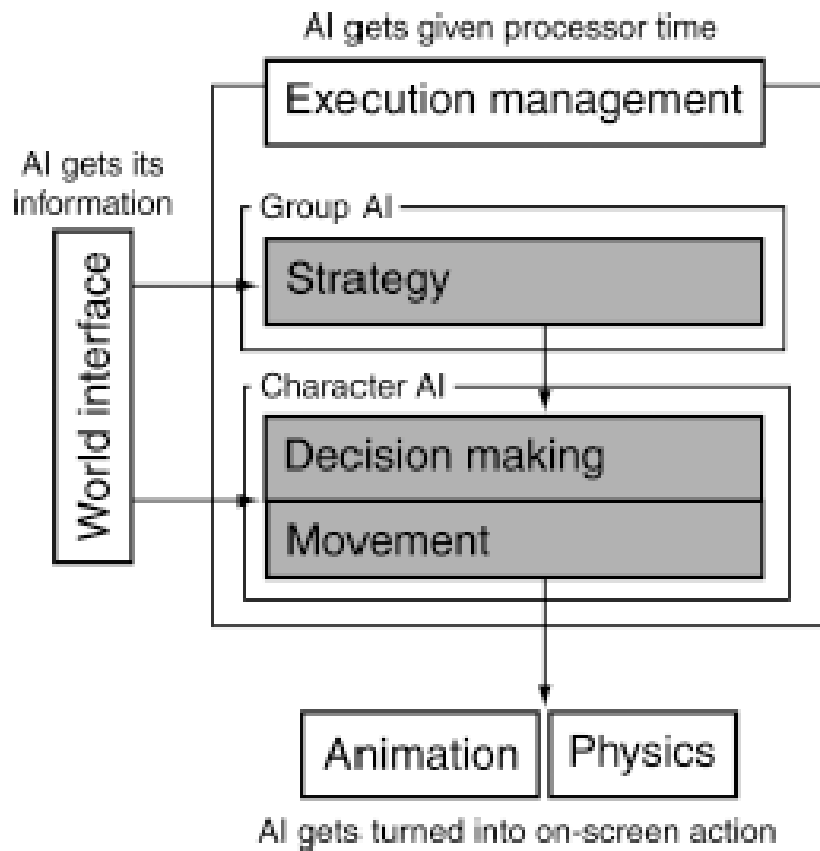
10

квест-буки – квинтэссенция
нарративной иммерсии

примитивизация
взаимодействия

ПИКИ

28.10.2025



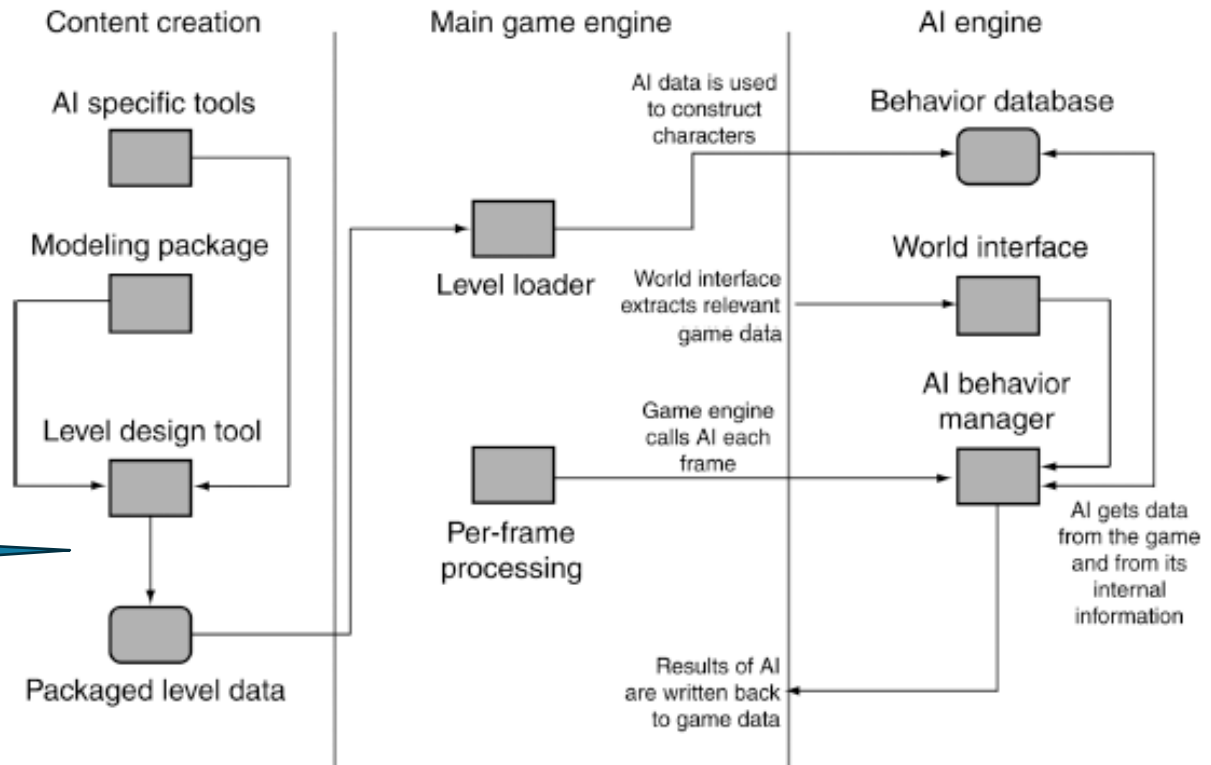
Content creation

Scripting

AI has implications for related technologies

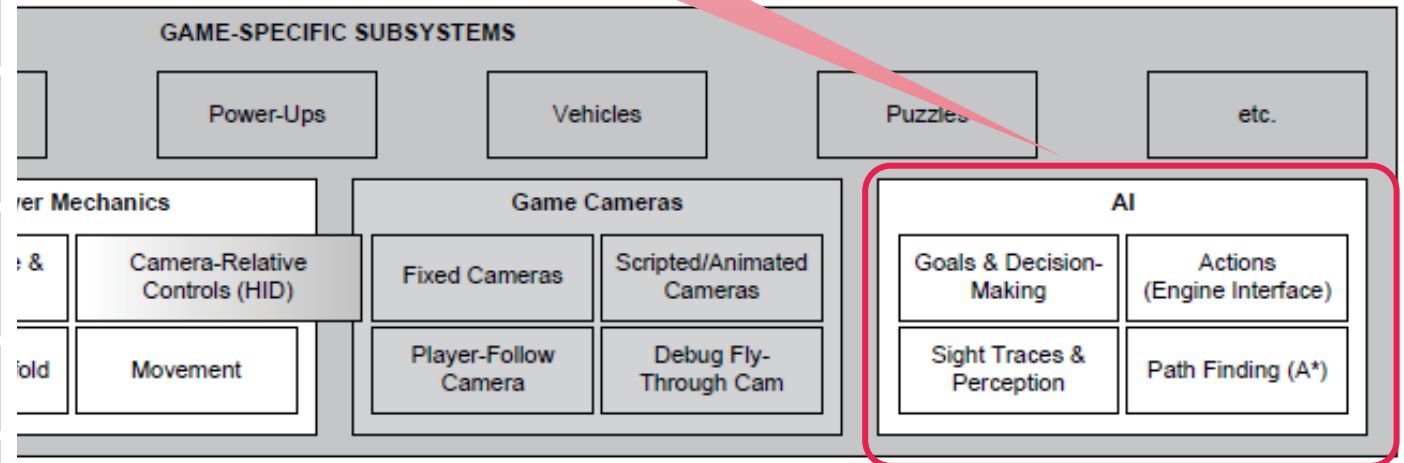
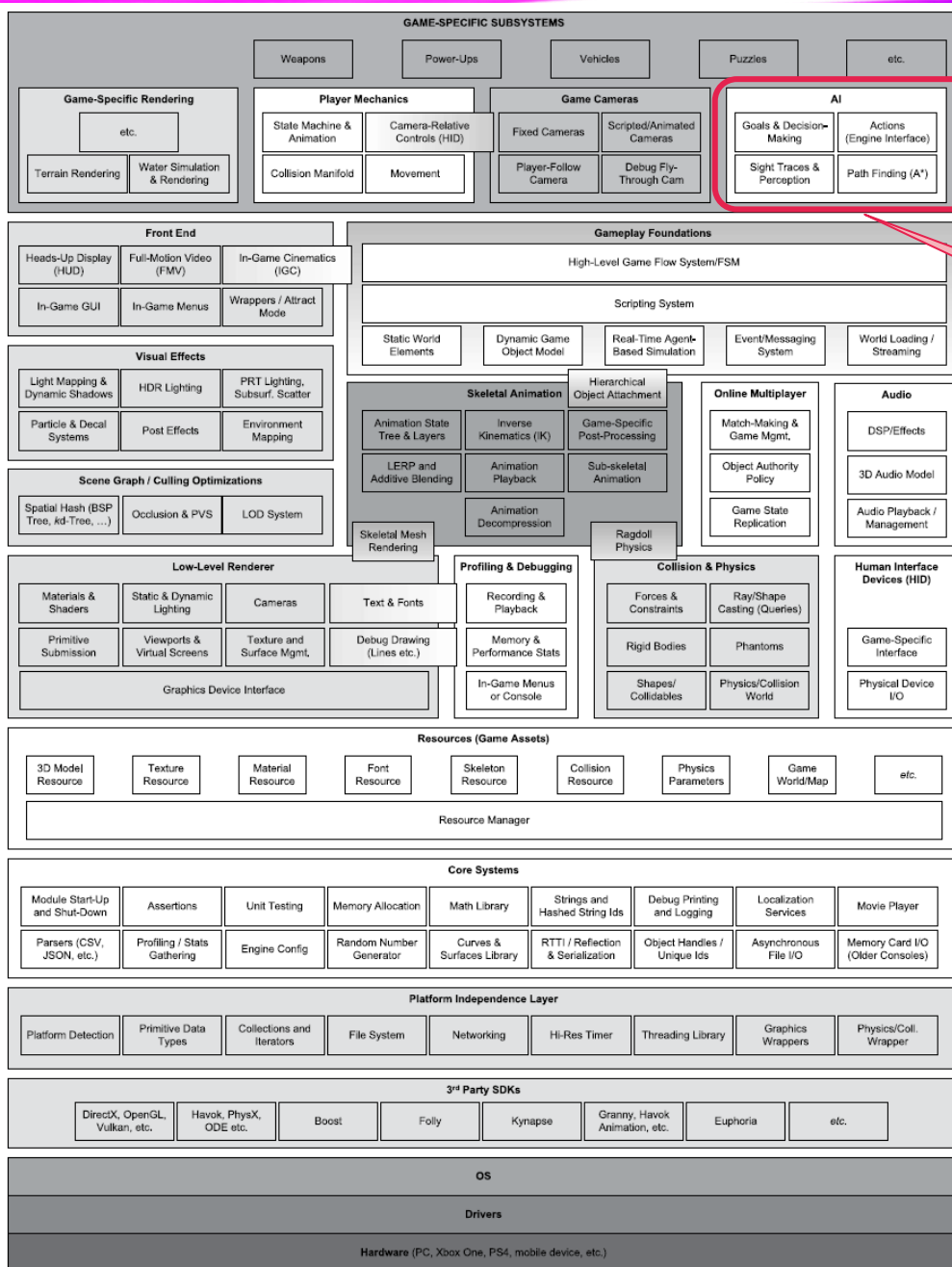
Модель ИИ в играх

Схема взаимодействия с ИИ подсистемами



АРХИТЕКТУРА ИГРОВОГО ДВИЖКА

Искусственный интеллект тут

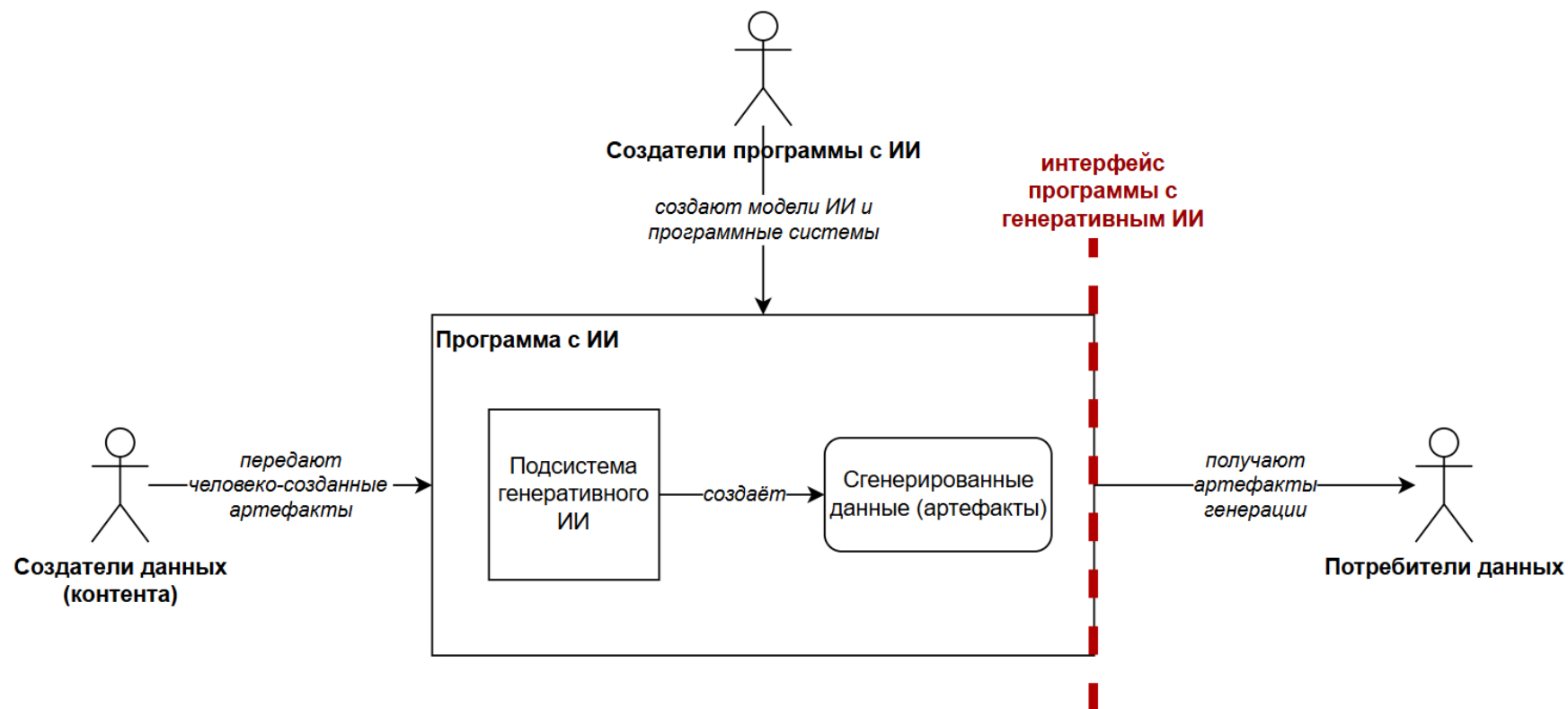


(Gregory, J., 2019)

ИГРЫ ДЛЯ ИИ (ПОЧЕМУ?)

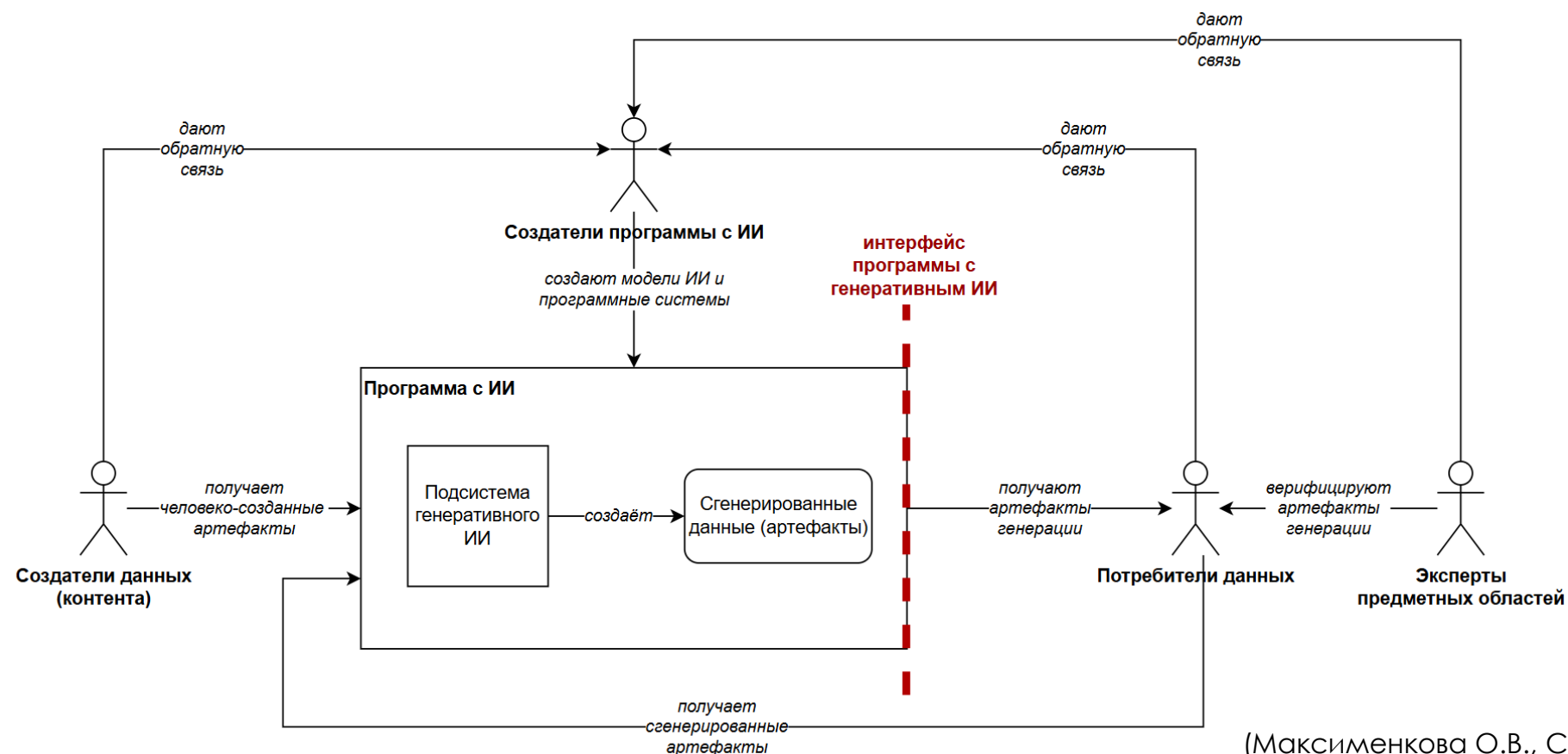
- Игры – это сложные (комплексные) и интересные задачи
- Игра предлагает богатейшие интерактивные возможности (человеко-машинного взаимодействия)
- Игры популярны
 - Больше контента
 - Больше данных
- Игры – это вызов для всех областей ИИ
- Игры лучше всего отражают глобальные тренды (фронтиры) ИИ
 - **Игровые песочницы** пока вне конкуренции по работе с такими свойствами, как этика [ethics], предвзятость [bias], выравнивание [alignment], эмоциональный интеллект [emotional intelligence]

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С ГЕНЕРАТОМ



(Максименкова О.В., Сегал А.П., 2025)

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С ГЕНЕРАТОМ С УЧЁТОМ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ



(Максименкова О.В., Сегал А.П., 2025)

ТЕСТ ТЬЮРИНГА, БЯМ И ВЫСОКОИММЕРСИВНЫЕ СРЕДЫ

- В марте 2025 большие языковые модели прошли тест Тьюринга
 - (Jones, C.R., Bergen, B.K., 2025)
- Тест Тьюринга не практичен для геймдева и ИИ, т.к. не заземлён, явно не учитывает контекст и не мультимодален
- Усовершенствования теста Тьюринга хороши для ИИ, но к исследованию ЧМВ годны **ограниченно**
- Мало данных об опыте взаимодействия ЧП-агента* и ИИ-агентов в (высоко)иммерсивных средах

ПИКИ готовились к конференции ФКН совместно с ИИ



Мышьяк для исследования и предоставления примеров интерпретируемости и прозрачности моделей

Группа обсудила интерпретируемость и прозрачность модели, при этом Ольга пояснила, что прозрачность относится к уровню «белости» в квадратной метафоре, а интерпретируемость и объяснимость связаны с пониманием результатов модели и предоставлением объяснений.

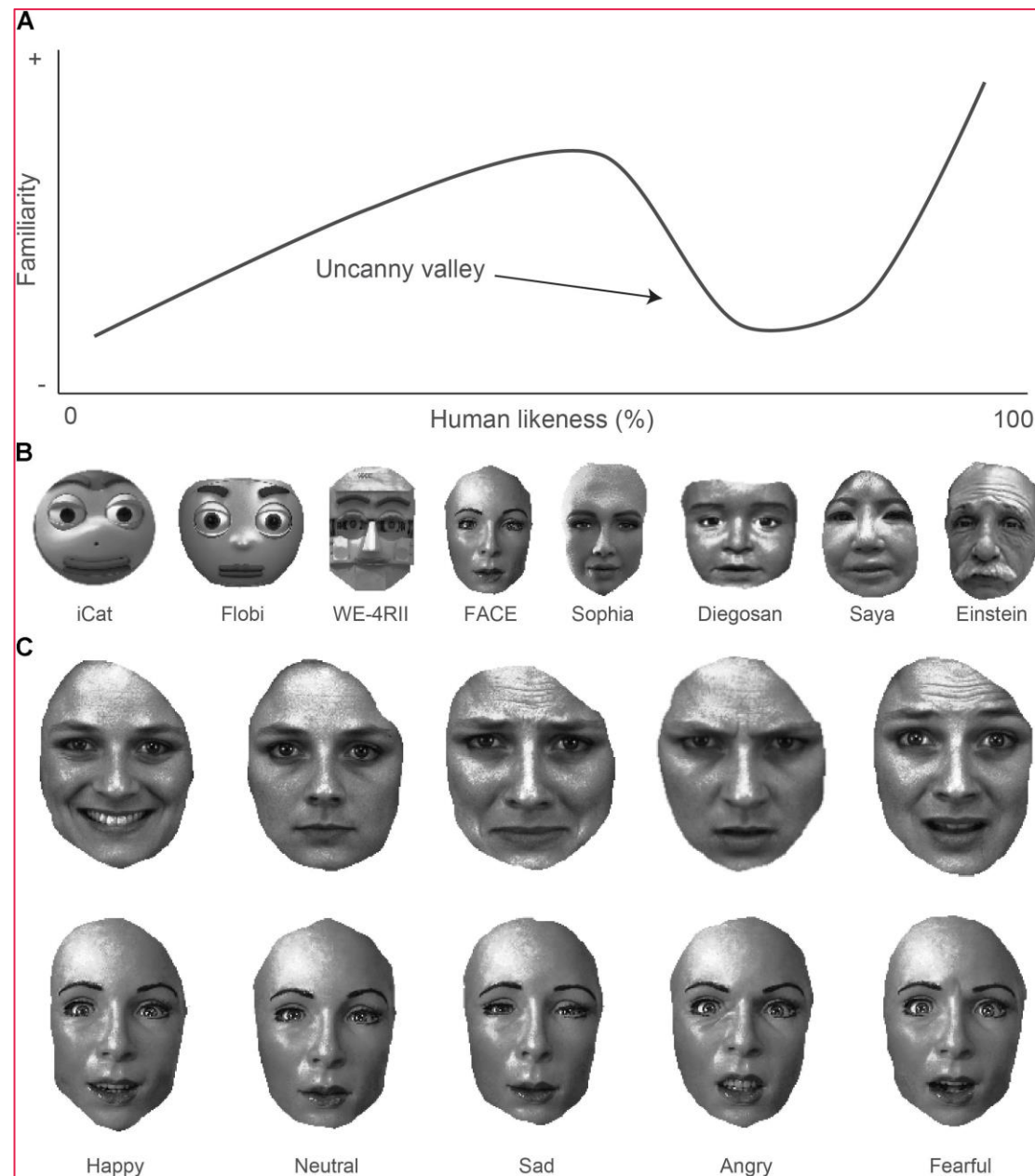
Денис приведёт примеры игр, реализующих симуляции полностью выполненные на Луне

ЗЛОВЕЩАЯ ДОЛИНА

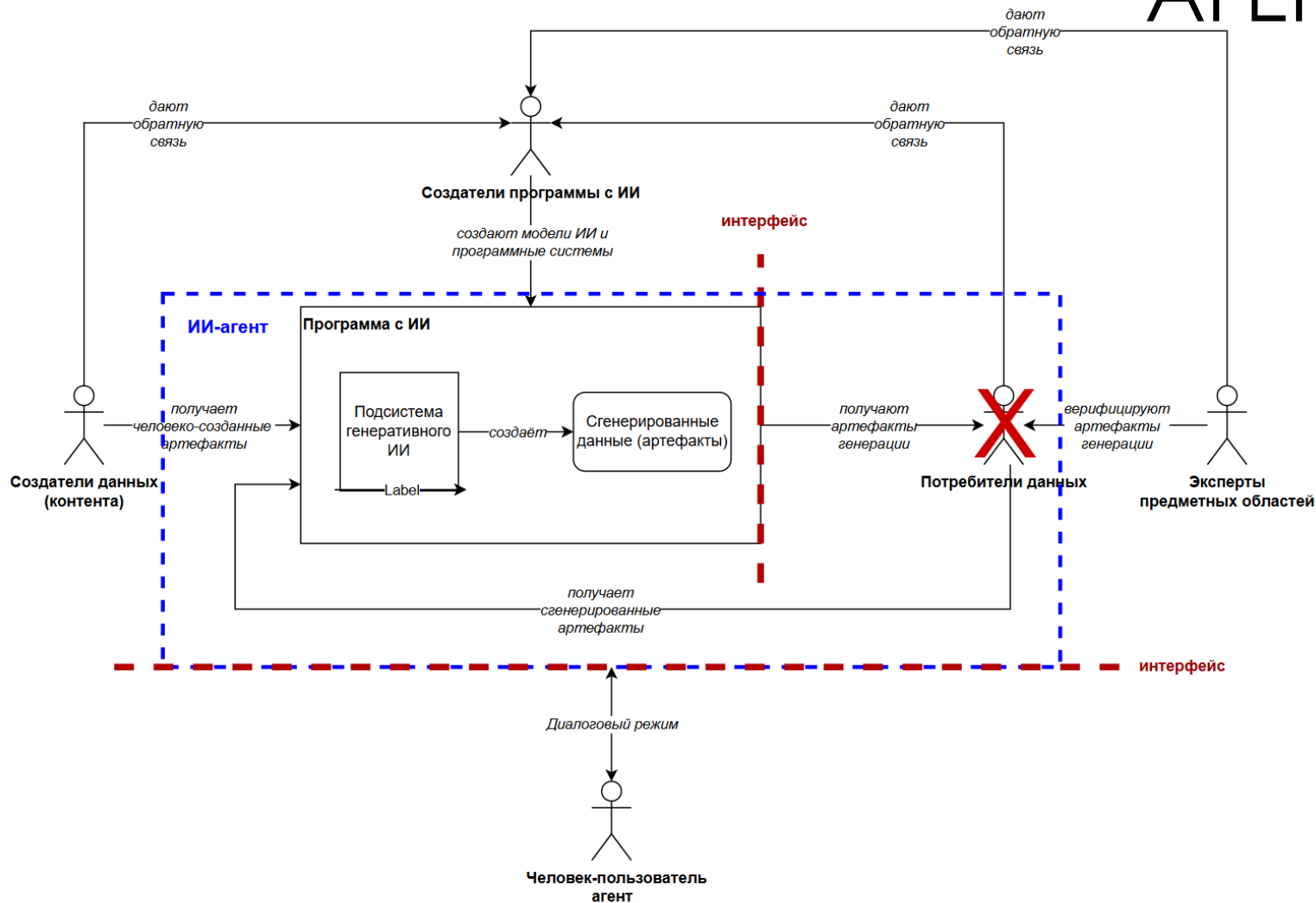
- Masahiro Mori, "The Uncanny Valley," *Energy*, vol. 7, no. 4, pp. 33–35, 1970 (in Japanese)



Ведущий эксперт ПИКИ Денис Поздняков о том, почему именно «долина», а не холм, впадина или что-либо ещё



ДИАЛОГОВОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С АГЕНТОМ-ГЕНЕРАТОМ



ИИГРА



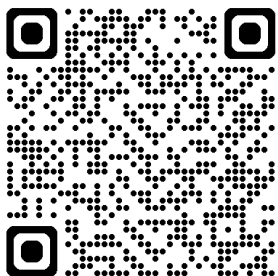
- ИИгра: Образовательная игра-платформа с изучением Reinforcement Learning
- Игра с элементами машинного обучения на движке UE. В ходе игры игроки реализуют алгоритмы обучения, в т.ч. с подкреплением (RL), для ботов, которые соревнуются в 3D-пространстве

- ИИгра как коллаборативная высокоиммерсивная среда взаимодействия ИИ и ЧП агентов
- ИИгра как технологический субстрат разработки и тестирования ИИ-агентов
- ИИгра как serious game
- ИИгра как полигон ЧМВ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 59277-2020 Системы искусственного интеллекта. Классификация систем искусственного интеллекта
2. ГОСТ Р 71476-2024 (ИСО-МЭК 22989-2022) Искусственный интеллект. Концепции и терминология искусственного интеллекта
3. ГОСТ Р 52872-2019 Интернет-ресурсы и другая информация, представленная в электронно-цифровой форме
4. ГОСТ Р ИСО 9241-210-2016 Эргономика взаимодействия человек – система. Часть 210. Человеко-ориентированное проектирование интерактивных систем
5. ГОСТ Р 71476-2024 (ИСО/МЭК 22989:2022) Искусственный интеллект. Концепции и терминология искусственного интеллекта
6. LeCun, Y., A Path Towards Autonomous Machine Intelligence Version 0.9.2, 2022 (<https://openreview.net/pdf?id=BZ5a1r-kVsf>)
7. Ouyang, S., Yan, Y., Hsu, I-H., Chen, Y., Jiang, K., Wang, Z., Han, R., Le L.T., Dakuri, S., Tang, X., Tirumalashetty, V., Lee, G., Rofouei, M., Lin, H., Han, J., Lee, C.-Y., Pfister, T. ReasoningBank: Scaling Agent Self-Evolving with Reasoning Memory, 2025 <https://arxiv.org/abs/2509.25140>
8. Adams, E., The Designer's Notebook: Postmodernism and the 3 Types of Immersion, 2004 (<https://www.gamedeveloper.com/design/the-designer-s-notebook-postmodernism-and-the-3-types-of-immersion>)
9. Otzen T., Immersion and Flow: Ingredients of gameplay, 2015 https://www.researchgate.net/publication/281627226_Immersion_and_Flow_Ingredients_for_gameplay
10. Блог компании Selectel. Графика победила физику, или почему игры деградируют, 2025, <https://habr.com/ru/companies/selectel/articles/959326>
11. Шампандар А.Д. Искусственный интеллект в компьютерных играх: как обучить виртуальные персонажи реагировать на внешние воздействия. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2007. – 768 с.
12. Millington, I., AI for Games. Third edition (2020)
13. Gregory, J. Game Engine Architecture (2019)
14. Yannakakis, G.N., Togelius, J., Artificial Intelligence and Games (2018)
15. Mori, M. The Uncanny Valley: The Original Essay by Masahiro Mori "The Uncanny Valley" by Masahiro Mori is an influential essay in robotics. This is the first English translation authorized by Mori., 2012
16. Reuten, A., van Dam, M., Naber, M. Pupillary Responses to Robotic and Human Emotions: The Uncanny Valley and Media Equation Confirmed // Frontiers in Psychology (2018) (<https://www.frontiersin.org/journals/psychology/articles/10.3389/fpsyg.2018.00774/full>)
17. Максименкова О. В., Сегал А. П. Новые интерфейсы и новые медиаторы // Вопросы философии. 2025. № 10. С. 67–76. [10.21146/0042-8744-2025-10-67-76](https://doi.org/10.21146/0042-8744-2025-10-67-76)
18. Jones, C.R., Bergen, B.K. Large Language Models Pass the Turing Test, 2025 <https://arxiv.org/html/2503.23674v1>

ВОПРОСЫ



Сайт <http://cs.hse.ru/dse/piki>



ТГ Канал «ФКН ПИКИ: Игровые
умолчания»
<https://t.me/+QhuZJeS0Q2FmYjA6>



ФКН
факультет компьютерных наук

ВШЭ
ВЫСШАЯ ШКОЛА
ЭКОНОМИКИ



omaksimenkova@hse.ru



@omaksimenkova

Ольга (Вениаминовна) Максименкова, канд.техн.наук
руководитель проектной группы «Программная инженерия
компьютерных игр»
доцент, зам. рук. департамента программной инженерии ФКН