

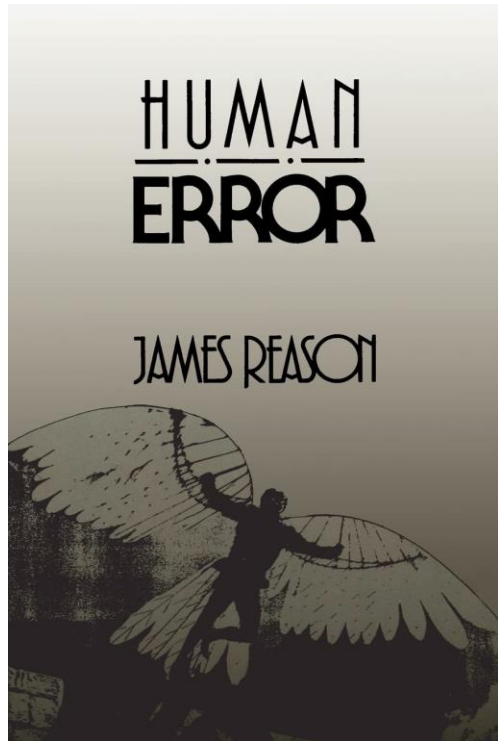


# Решения на основе ИИ для безопасной хирургии

Капутин Михаил Юрьевич

д.м.н., консультант по Surgical Data Science, медицинский советник  
ООО Медицинские системы визуализации (MVS), Санкт-Петербург

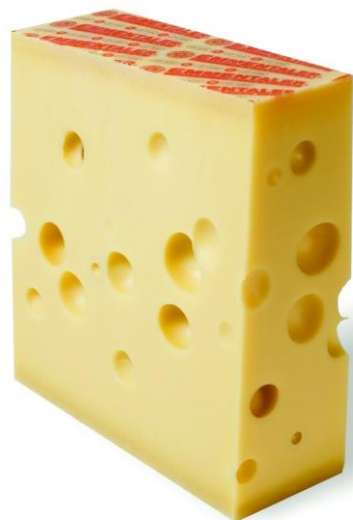
# Теория активных и скрытых ошибок Джеймса Ризона



- **Активные ошибки** приводят к немедленным и измеримым изменениям в состоянии пациента. По этой причине они легко распознаются и изучаются.
- **Скрытые ошибки** — это условия оказания медицинской помощи, решения или планы, которые не приводят к немедленным изменениям в состоянии пациента, но создают предпосылки для их возникновения.

Greenberg, C.C. Learning from Adverse Events and Near Misses. *J Gastrointest Surg* 13, 3–5 (2009).

# Модель швейцарского сыра

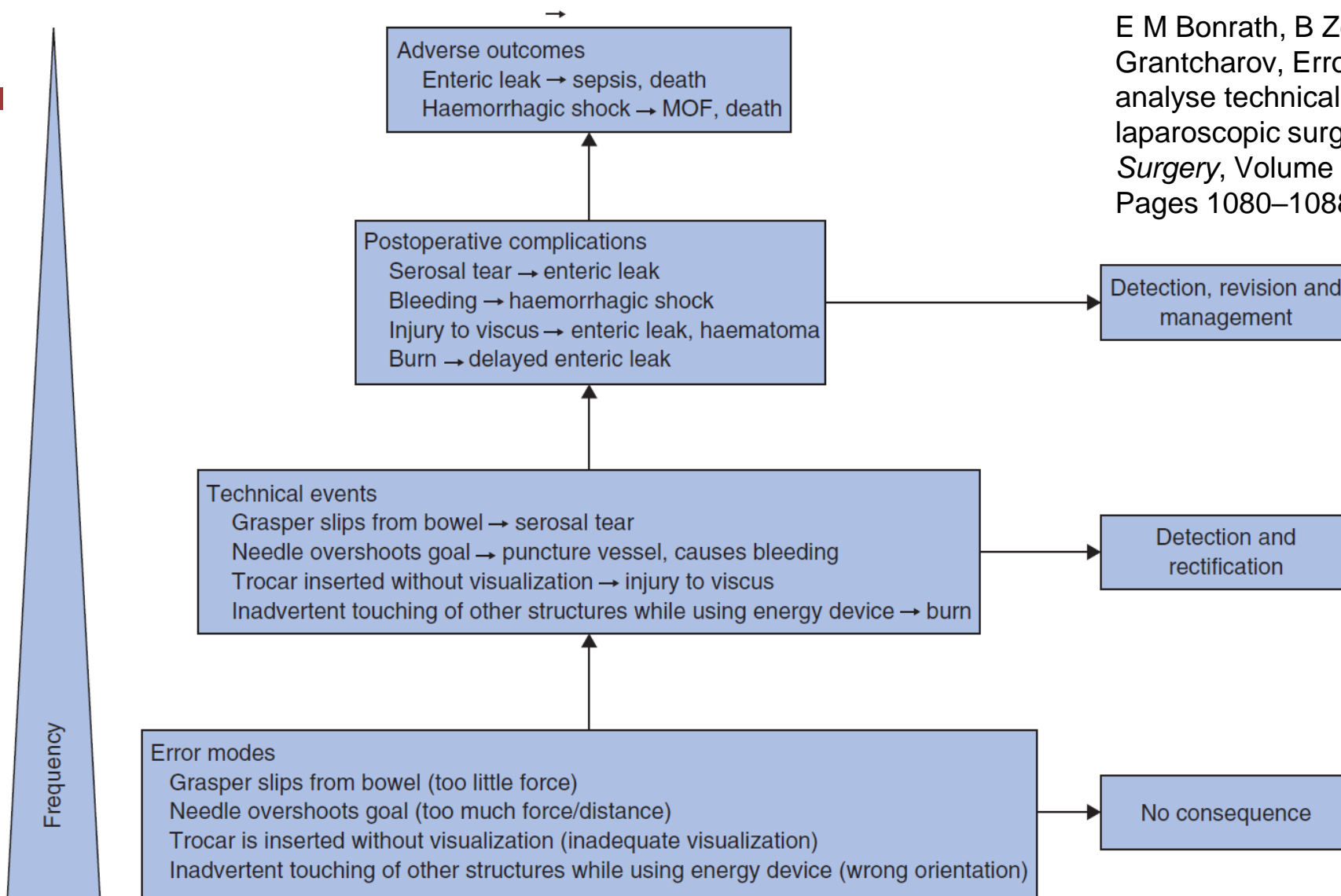


Отверстия в ломтиках сыра представляют собой слабые места в отдельных частях системы. Отказ системы происходит, когда отверстия во всех ломтиках совпадают, позволяя угрозе пройти сквозь все слои и реализоваться.

# Универсальный инструмент (GERT) для объективной оценки технических ошибок в лапароскопической хирургии

Video code			Rater code		
Surgical task group	Error mode	Time of observation	Total number	Event (description/time)	Mechanism of event
Abdominal access	Too much force/distance				
	Too little force/distance				
	Wrong orientation				
	Inadequate visualization				
Use of retractors	<p>E M Bonrath, B Zevin, N J Dedy, T P Grantcharov, Error rating tool to identify and analyse technical errors and events in laparoscopic surgery, <i>British Journal of Surgery</i>, Volume 100, Issue 8, July 2013, Pages 1080–1088</p>				
Use of energy devices					
Grasping and dissection					
Cutting, transection and stapling					
Clipping					
Suturing					
Use of suction	Too much force/distance				
	Inadequate visualization				
Other unclassified	Description/time:				

# Иерархия ошибка-событие-результат с примерами



E M Bonrath, B Zevin, N J Dedy, T P Grantcharov, Error rating tool to identify and analyse technical errors and events in laparoscopic surgery, *British Journal of Surgery*, Volume 100, Issue 8, July 2013, Pages 1080–1088

# Обязательная видеозапись хирургических операций

- «На пленарном заседании 23 мая 2018 г. депутаты Госдумы отклонили в первом чтении законопроект, предлагающий закрепить в Федеральном законе «Об основах охраны здоровья граждан» обязательную видеозапись хирургических операций для последующих экспертиз и разрешения споров. Помимо высокой затратности такой инициативы, у ее оппонентов нашлись и другие аргументы.»
- Консенсусные рекомендации Общества американских желудочно-кишечных и эндоскопических хирургов (SAGES) по использованию, структуре и исследованию хирургических видеоданных (для исследований в области искусственного интеллекта, улучшения качества лечения и хирургического образования).  
Опубликовано: 29 июля 2023 г.  
**Утверждение 2: «Должны ли записываться все хирургические процедуры?» (81,3% Полностью согласны или согласны).**

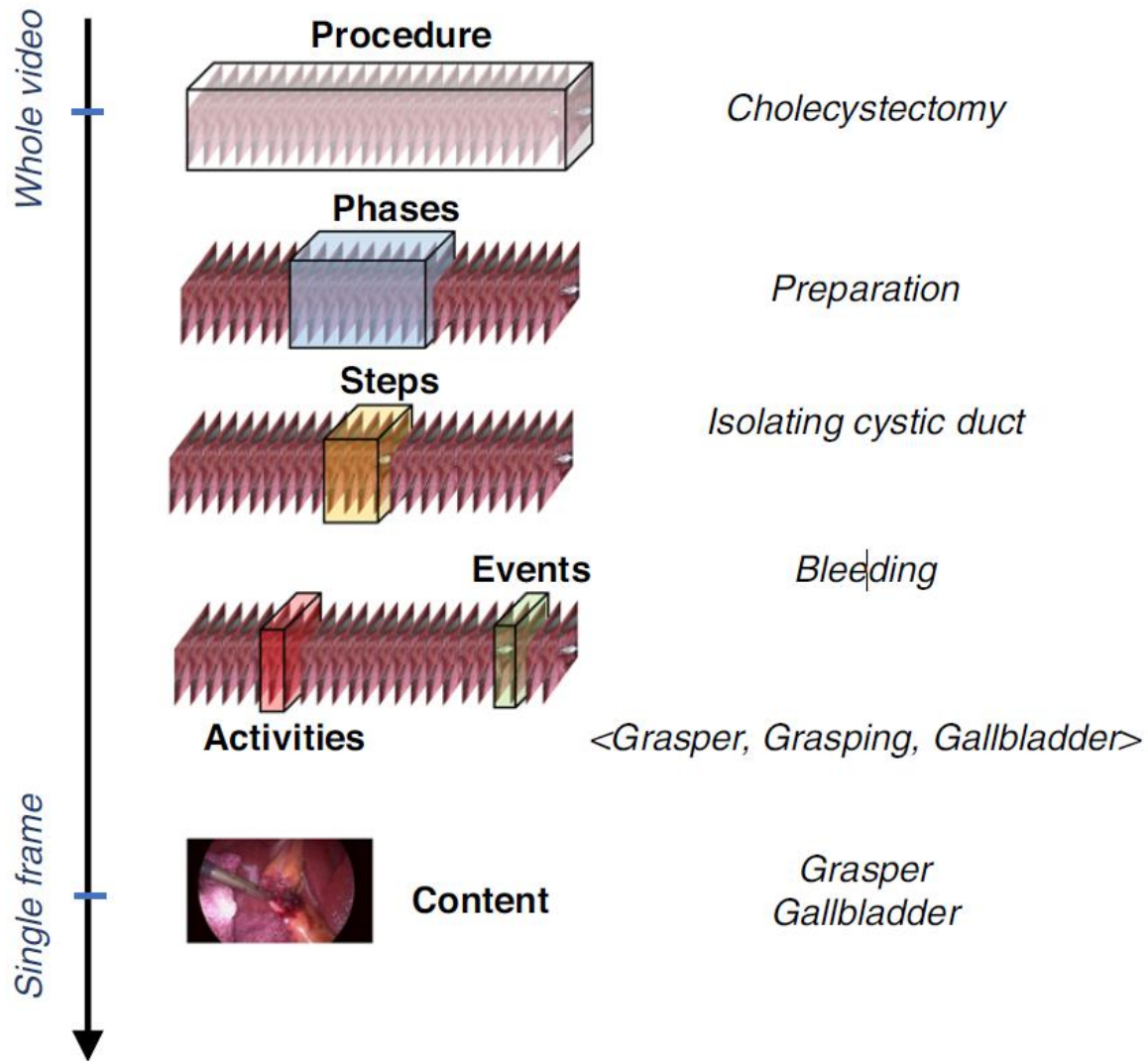


# Цели анализа хирургического видео

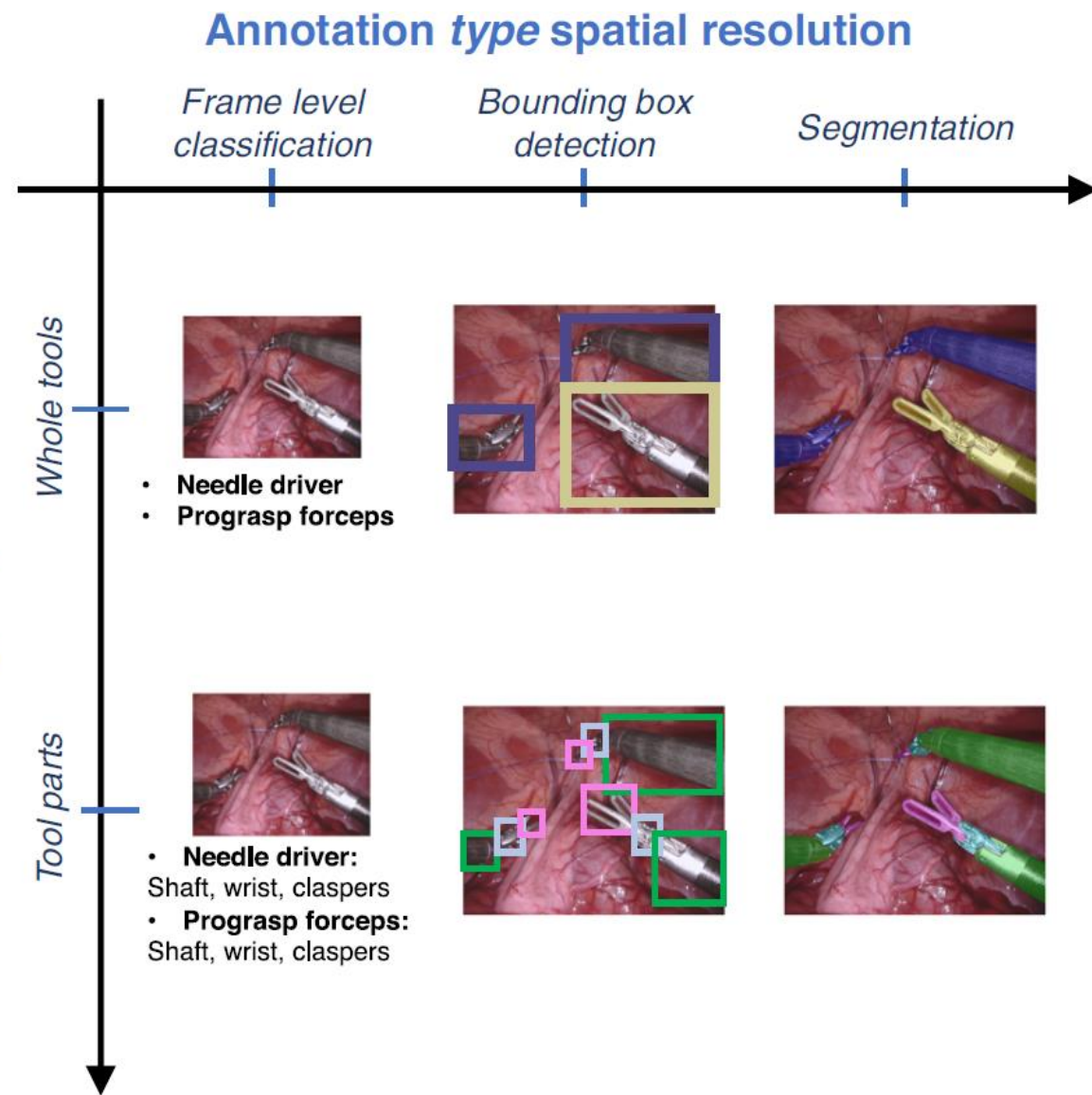
1. Создание структурированных видеоархивов
2. Определение анатомических ориентиров и критериев безопасности
3. Выявление интраоперационных ошибок и осложнений
4. Оценка хирургических навыков
5. Анализ сложности операций
6. Прогнозирование продолжительности операций
7. Обучение хирургов



# Temporal resolution



# Annotation target spatial resolution





# Создание структурированных видеоархивов

The screenshot displays the Metronic Touch Surgery Enterprise interface. At the top left, it shows the date and time: "11 Dec 2022 | 12:19" and the procedure name: "Laparoscopic Cholecystectomy". A search bar and a "Touch Surgery Enterprise" logo are also visible.

The main content area is divided into several sections:

- Video View / Analytics View:** A large video player on the left shows a surgical view. To its right, a "Case Summary" section provides key metrics: "ICG observed", "CVS observed", and "Grade 2". It notes that the case duration was significantly longer than both the surgeon's and department's averages. Three key moments are identified for review: "Long Port Insertion" (00:04:14), "Slow to observe CVS" (00:05:04), and "Surgeon swap" (00:06:04).
- Efficiency Overview:** A section with expandable panels for "Phase Analysis", "Energy Instrument Usage", "Critical Structure Visibility", and "Your Procedure Metrics".
- Review similar cases (4):** A section showing four similar cases with filters for "ICG observed", "CVS observed", and "Grade 2".

At the bottom left, there is a "View Highlight Reels (3)" section with a timeline and various data bars for "Events", "Phases", "Camera", "Surgeons", "Liver", "Cystic Du...", and "Monopool". A legend for "Add Anatomy" includes "Liver", "Cystic Duct", "Cystic Artery", and "Gallbladder".



# Определение анатомических ориентиров

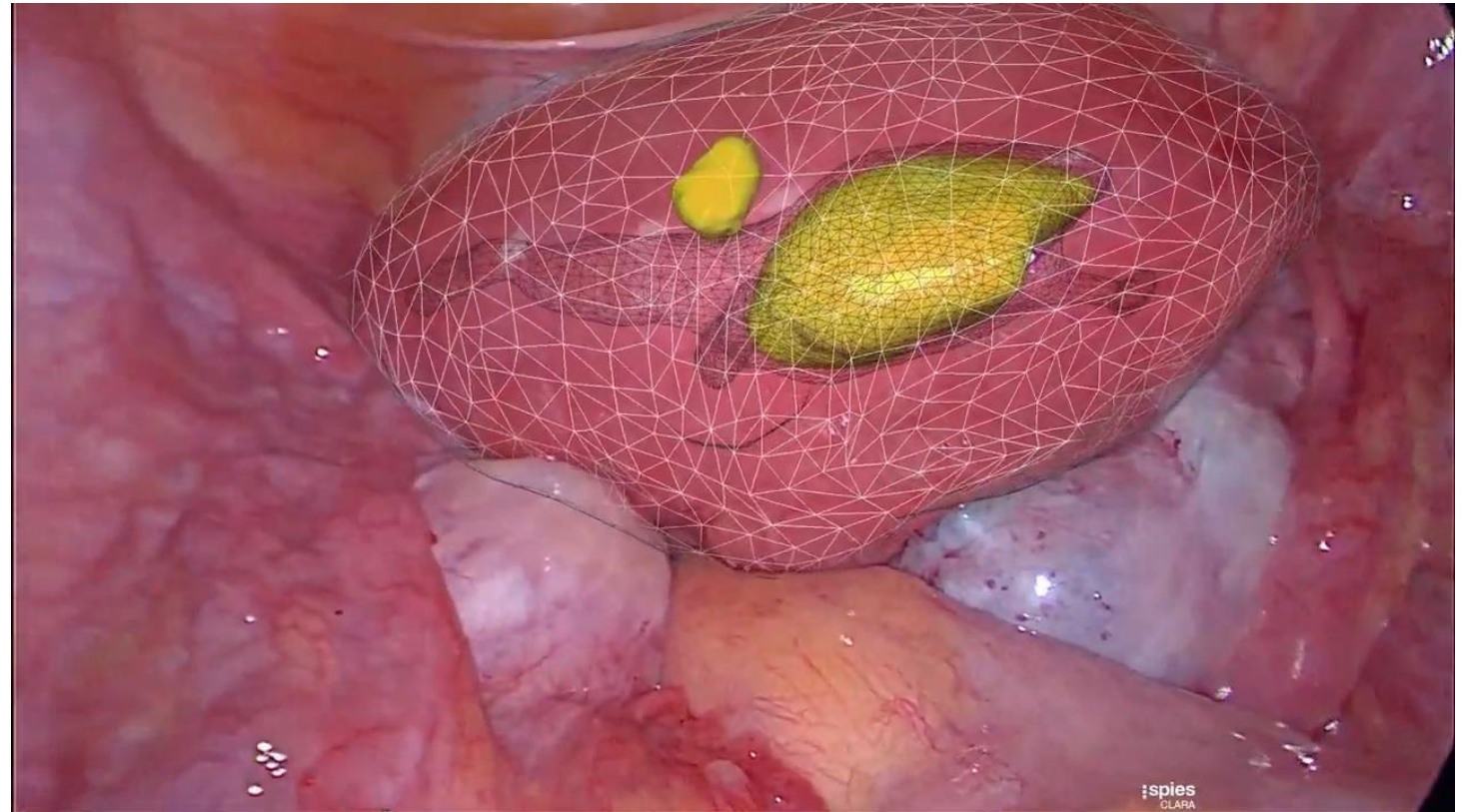


Данные могут отображаться либо в двоичном формате, в котором зеленым выделена безопасная, а красным – опасная зона, либо в виде топографических тепловых карт, где каждый пиксель представляет собой вероятность того, что он является частью определенной зоны.

GoNoGoNet

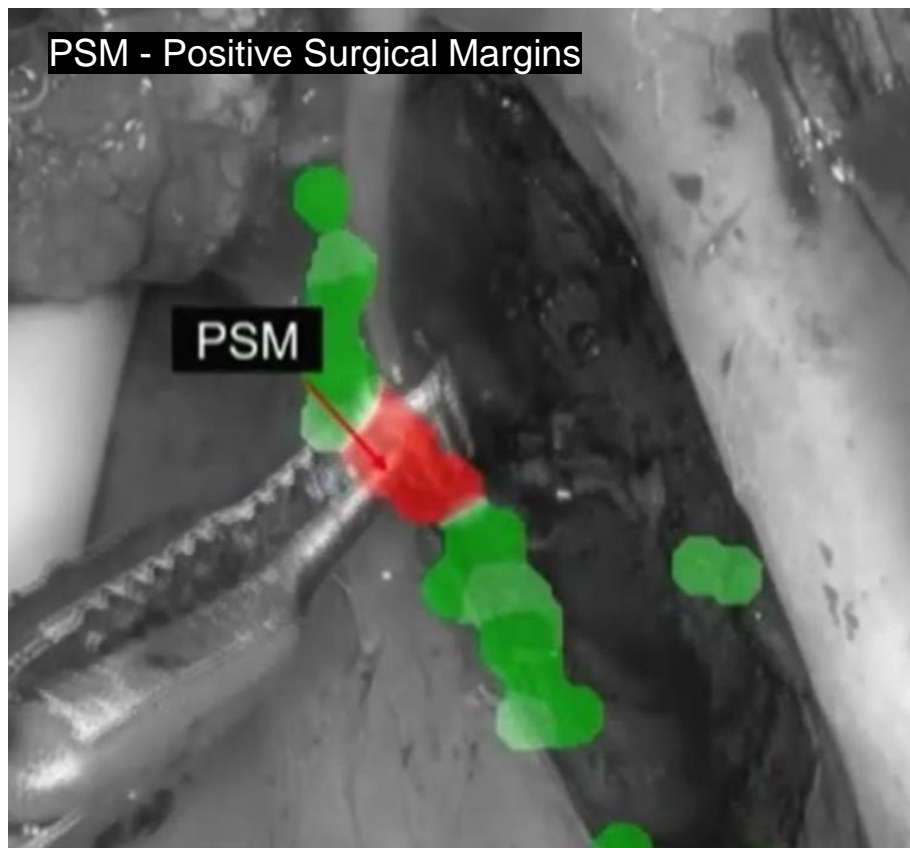
# Лапароскопическая хирургия матки под контролем дополненной реальности

T. Collins et al., "Augmented Reality Guided Laparoscopic Surgery of the Uterus," in IEEE Transactions on Medical Imaging, vol. 40, no. 1, pp. 371-380, Jan. 2021

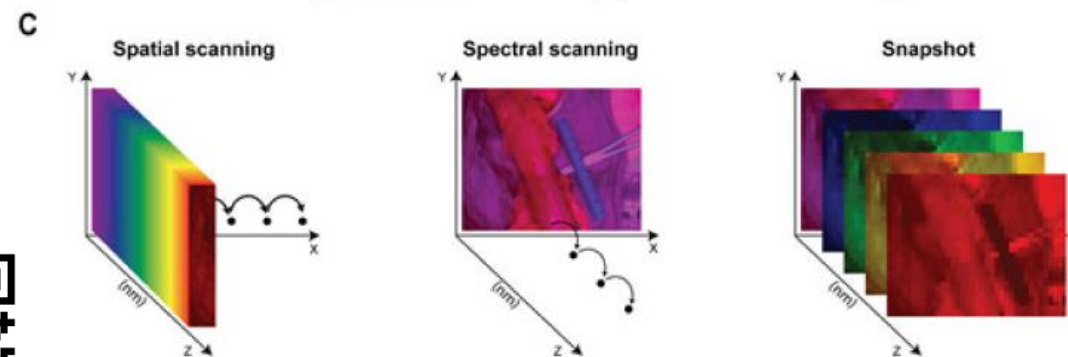
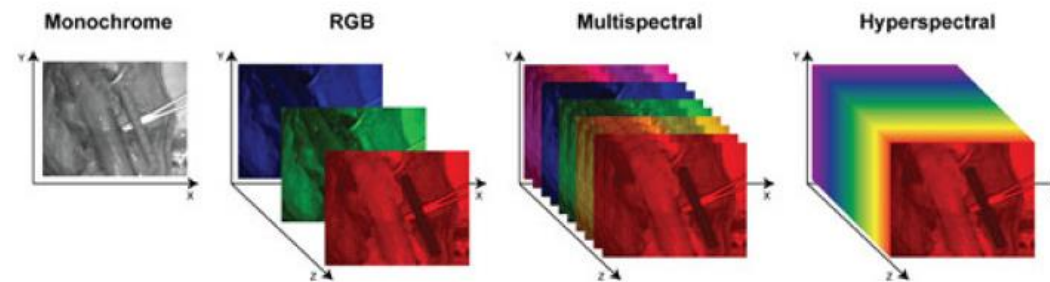


# СППВР на основе биофотонных методов и ИИ

Визуализация времени жизни флуоресценции (FLIm)



Гиперспектральная визуализация (HSI)



# Определение критериев безопасности ЛХЭ

The screenshot displays a medical training interface for a 'Critical View of Safety Challenge'. The main video window shows an endoscopic view of the gallbladder bed with a surgical instrument. A gold seal of the Society of American Gastrointestinal and Endoscopic Surgeons (SAGES) is visible in the top left of the video. The text 'CRITICAL VIEW OF SAFETY CHALLENGE' is overlaid on the video, with the subtitle 'An initiative of the Society of American Gastrointestinal and Endoscopic Surgeons'. At the bottom of the video, three criteria are listed with green checkmarks: 'Two structures', 'Hepatocystic triangle', and 'Cystic plate'. The video player includes standard controls like play, stop, and volume, along with a progress bar and a timestamp of 00:00:50:00 / 00:01:30:00. On the right side, there are two panels for 'CVS Frame (x18)' and 'CVS Video (x1)'. Each panel shows a 'Questions - 3' status with a green checkmark and a table of three items: '2 Structures', 'Hepatocystic Triangle', and 'Cystic Plate'. The '2 Structures' row has a red 'x' and a green checkmark. The other two rows have green circles. A third panel, 'CVS Video Difficulty (x1)', is partially visible at the bottom right.

CVS Frame (x18)

Questions - 3 ✓

	✗	✓
2 Structures	○	○
Hepatocystic Triangle	○	○
Cystic Plate	○	○

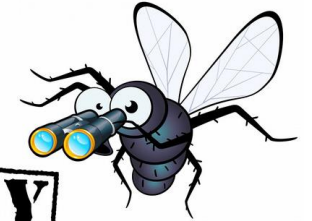
CVS Video (x1)

Questions - 3 ✓

	✗	✓
2 Structures	○	○
Hepatocystic Triangle	○	○
Cystic Plate	○	○

CVS Video Difficulty (x1)

# Выявление интраоперационных ошибок и осложнений



**FLY**  
ON THE  
**WALL**



Jung, James J., Jüni, Peter, Lebovic, Gerald, Grantcharov, Teodor. First-year Analysis of the Operating Room **Black Box** Study. *Annals of Surgery* 271(1):p 122-127, January 2020.

# Частота ошибок при лапароскопических вмешательствах на органах брюшной полости

	Анализируемые случаи, n	Случаев с ошибкой/событием, n(%)	Кол-во на случай Median (IQR)	Кол-во в час Median (IQR)
<b>Интраоперационные ошибки</b>	132	132 (100)	<b>20</b> (14–36)	<b>13.4</b> (9.1–19.6)
Механизмы ошибок:				
Чрезмерная сила/расстояние	132	125 (94.7)	6 (3–11)	3.8 (2.1–6.4)
Недостаточная сила/расстояние	132	130 (98.5)	8 (4–12)	4.9 (2.9–7.7)
Неадекватная визуализация	132	107 (81.1)	2 (1–4)	1.3 (0.5–2.7)
Неправильная ориентация	132	98 (74.2)	2 (0–5)	1.2 (0–2.9)
<b>Интраоперационные события</b>	132	130 (98.5)	<b>8</b> (4–12)	<b>5.0</b> (3.5–7.1)
Категории событий:				
Кровотечение	132	127 (96.2)	6 (3–9)	3.8 (2.1–4.9)
Механическое повреждение	132	85 (64.4)	1 (0–2)	0.6 (0–1.1)
Ишемическое повреждение	132	6 (4.5)	0 (0–0)	0 (0–0)
Термическое повреждение	132	60 (45.4)	0 (0–1)	0 (0–1.0)
Неправильный анастомоз	63	18 (28.6)	0 (0–1)	0 (0–0.4)

# Интраоперационные события, выявляемые ИИ.

CVS был достигнут в 9% случаев при 1051 ЛХЭ.

Хирурги согласились с 99% аннотаций интраоперационных событий ИИ.

Интраоперационные события	N	%
Установка дренажа	154	14,7
Подозрение на повреждение кишечника	5	0,5
Выпадение желчных камней из желчного пузыря	100	9,5
Удаление желчных камней	18	1,7
Использование электрокоагуляции вблизи толстой кишки	11	1,1
Декомпрессия желчного пузыря	97	9,2
Истечение желчи из желчного протока	23	2,2
Выпадение осадка из желчного пузыря	45	4,3
Истечение желчи из желчного пузыря	363	35,5
Выпадение камней из пузырного протока	15	1,4
Холангиограмма	5	0,5

Korndorffer JR Jr, Hawn MT, Spain DA, Knowlton LM, Azagury DE, Nassar AK, Lau JN, Arnow KD, Trickey AW, Pugh CM. Situating Artificial Intelligence in Surgery: A Focus on Disease Severity. Ann Surg. 2020 Sep 1;272(3):523-528.

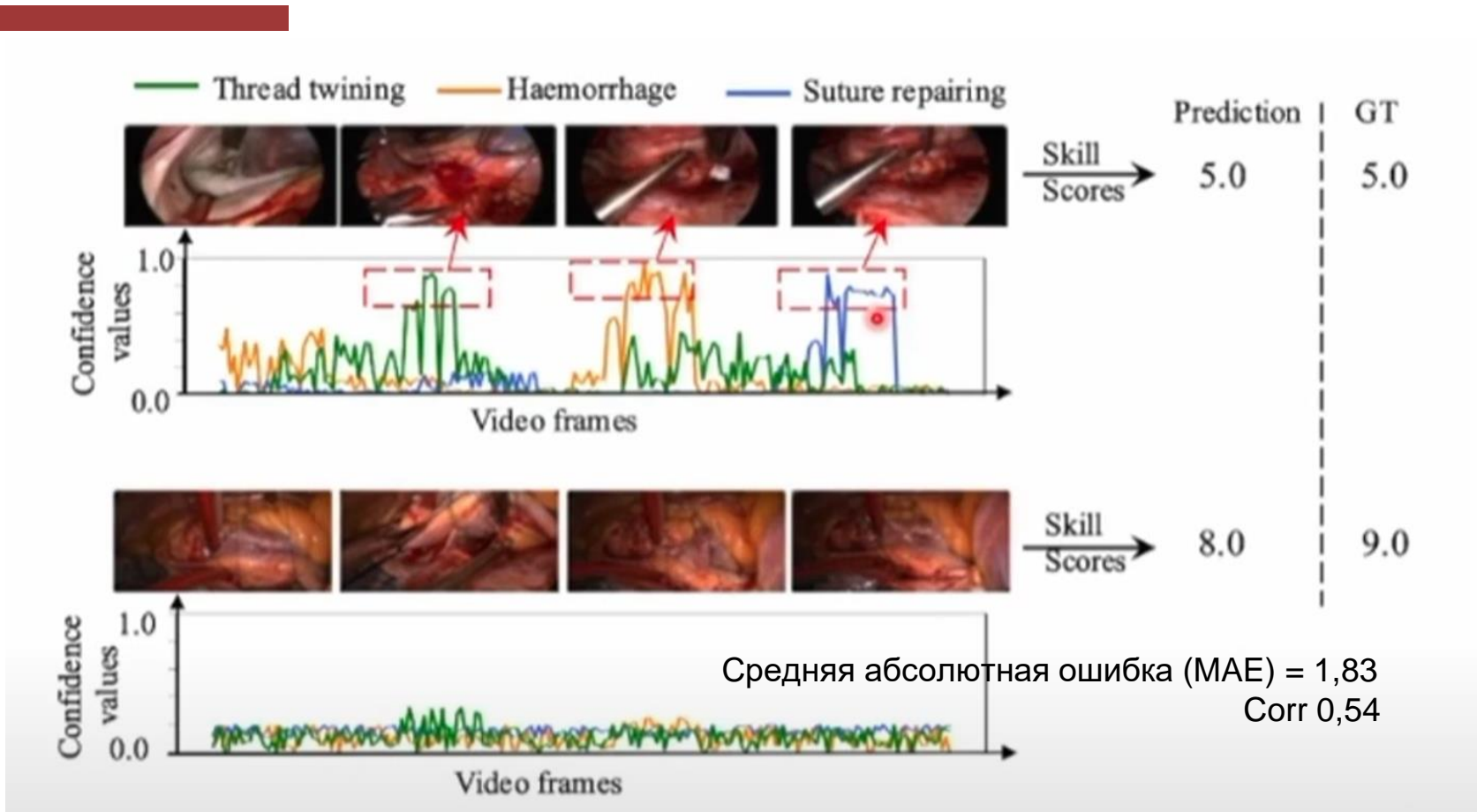
THEATOR.IO

ITM AI  
8-9 февраля 2024



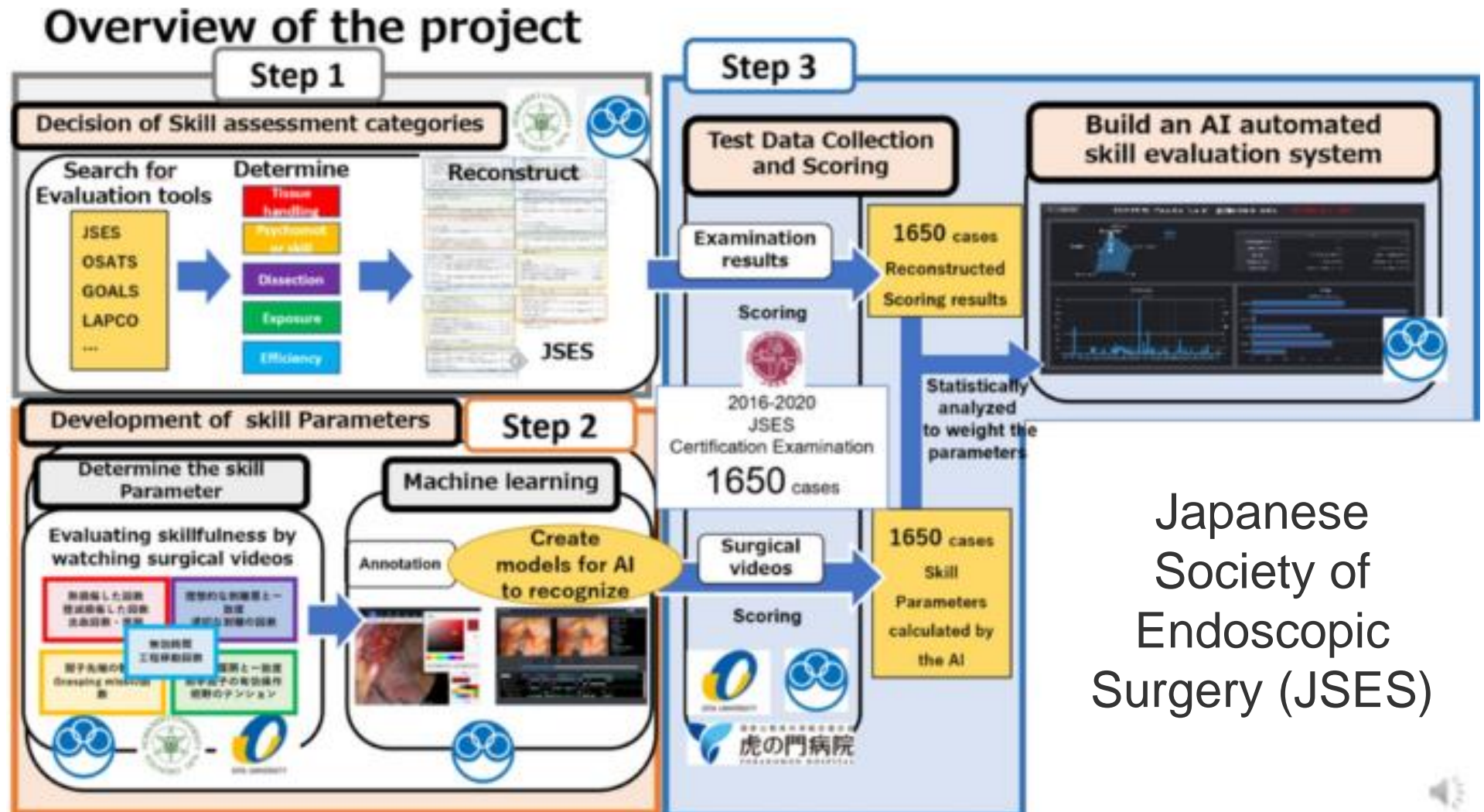
# Оценка хирургических навыков

**Surgical Events Driven Skill (SEDSkill):** метод оценки навыков на основе хирургических событий на торакоскопических видео



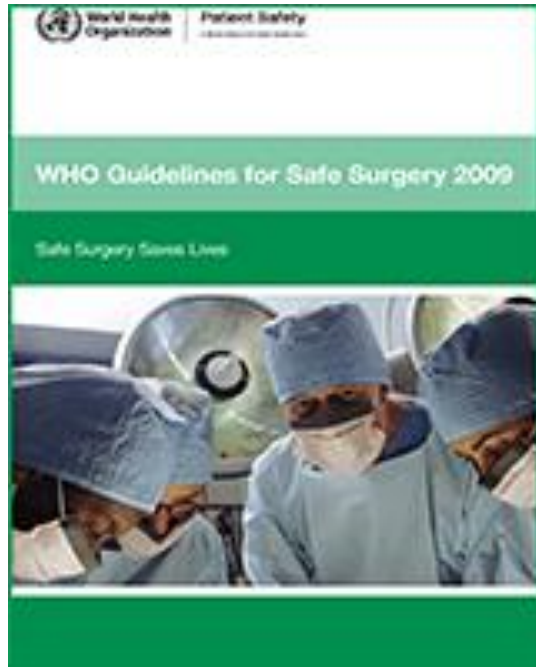
Каждое видео оценивалось по различным параметрам технических навыков по шкале от 1 до 9 как минимум 10 авторитетными хирургами.

# Разработка системы оценки навыков эндоскопической хирургии на основе ИИ



Japanese Society of Endoscopic Surgery (JSES)

# Коммуникация, как причина ошибок в хирургии



«Объединенная комиссия сообщила, что в США коммуникация была основной причиной **почти 70%** из тысяч нежелательных явлений, о которых сообщалось в организацию в период с 1995 по 2005 год. Более того, операционные бригады, похоже, осознают, что **сбои в общении** могут стать фундаментальным препятствием на пути к безопасному и эффективному лечению. В одном опросе **две трети** медсестер и врачей назвали улучшение взаимодействия в команде наиболее важным элементом повышения безопасности и эффективности в операционной.»

Sevdalis, N., Forrest, D., Undre, S. *et al.* Annoyances, Disruptions, and Interruptions in Surgery: The Disruptions in Surgery Index (DiSI). *World J Surg* **32**, 1643–1650 (2008)

# Раздражающие факторы, сбои и перерывы в хирургии: Индекс сбоев в хирургии (DiSI)

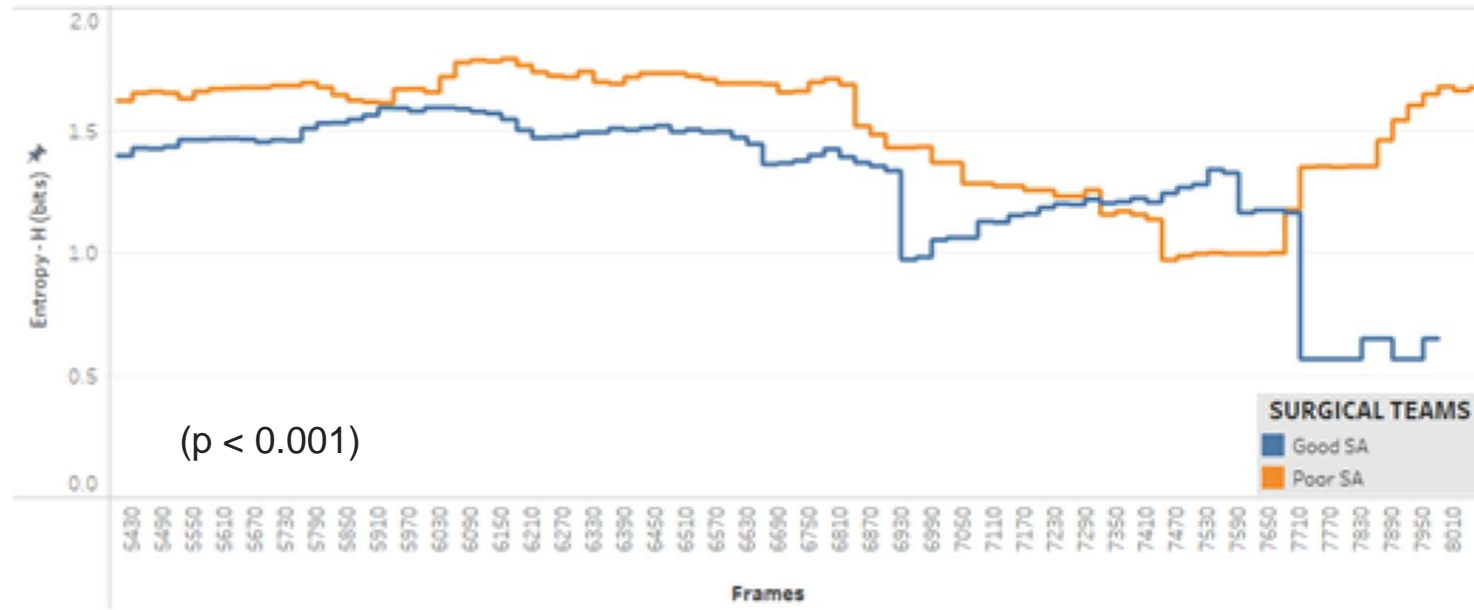
Disruption type	Items
A. Individuals' skill, performance, and personality	A1. Tiredness A2. Lapses in attention A3. Short-temperedness A4. Overconfidence A5. Lack of feedback on performance
B. Operating room environment	B1. Bleeps B2. External noise B3. Loud music B4. People walking in and out of the operating room B5. Temperature B6. Unavailable or not working equipment
C. Communication	C1. Irrelevant chatting C2. Language issues
D. Coordination and situational awareness	D1. Late changes to the operating list D2. Management of the next case(s) D3. Team members being late D4. Team members being absent during procedure D5. Lack of awareness of team process(es) D6. Multi-tasking
E. Patient-related disruptions	E1. Lack of necessary patient information E2. Inaccurate patient information E3. Unavailable preoperative notes E4. Unavailable test results
F. Team cohesion	F1. Not feeling part of the team F2. Low morale
G. Organizational disruptions	G1. Teaching G2. Time pressure G3. Hospital rationing policies G4. Unrealistic operating lists

# Отвлекающие факторы во время операции

Всего операций, n (%)	132 (100)	
Продолжительность операций, min, median (IQR)	94 (73–115)	
Когнитивное отвлечение, n (%)	84 (64)	
Случай с любой педагогической деятельностью, n (%)	74 (56)	
Случай с отсутствующим или неисправным устройством, n (%)	43 (33)	
Случай с любым не относящимся к делу разговором, n (%)	34 (26)	
Случай с любой вовлеченностью в другую операцию, n (%)	18 (14)	
Случай с цейтнотом, n (%)	14 (11)	
Случай с опозданием любого члена бригады, n (%)	10 (8)	
Случай с отсутствием любого члена бригады, n (%)	7 (5)	
Отвлечение на шум	138 (96-190)	
Открытие дверей на случай, n, median (IQR)	42 (32–54)	<i>каждые 40 сек.</i>
Аларм на случай, n, median (IQR)	67 (42–102)	<i>каждые 2 мин.</i>
Громких звуков на случай, n, median (IQR)	18 (9–31)	
Внешних коммуникаций на случай, n, median (IQR)	6 (3–8)	

Jung, James J., Jüni, Peter, Lebovic, Gerald, Grantcharov, Teodor. First-year Analysis of the Operating Room **Black Box** Study. Annals of Surgery 271(1):p 122-127, January 2020.

# Оценка ситуационной осведомленности команды



Эксперт по человеческому фактору просмотрел видеозаписи 30 кардиохирургических операций и оценил нетехнические навыки хирургической бригады во время заполнения чек-листа, используя инструмент NOTSS (ситуационная осведомленность, командная работа и общение, лидерство и принятие решений).

# Цифровая (умная) операционная – это:

1. система сбора, хранения и обработки данных с цифровых источников в операционной,
2. осуществляющая обмен данными между операционной и медицинской информационной системой учреждения,
3. служащая платформой для развертывания систем автоматизации и поддержки принятия врачебных решений в операционной.



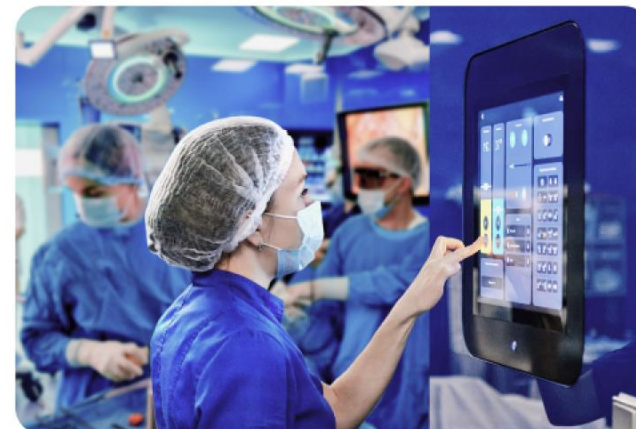


**170+**  
операционных

**40**  
клиник

**20**  
городов

[mvssystem.ru](http://mvssystem.ru)







Add comment

# Цифровая операционная

База знаний по использованию ИИ в хирургии

- О базе
- Термины
- Публикации
- Видео
- Продукты
- Компании
- Мероприятия
- Код
- Разное



Капутин Михаил Юрьевич д.м.н.  
консультант по Surgical Data Science  
медицинский советник mvsystem.ru  
m@kaputin.ru