

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО РЕЦЕНЗЕНТА

на диссертацию Танкибаевой Аерке Кыдырбековны на тему «Информационная технология выделения анатомических структур на изображениях магнитно-резонансной томографии», представленной на соискание степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D06101 – Информационные системы (по отраслям)

№ п/п	Критерии	Соответствие критериям (подчеркнуть один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента (замечания выделить курсивом)
1.	Тема диссертации (на дату ее утверждения) соответствует направлению развития науки и/или государственным программам	1.1 Соответствие приоритетным направлениям развития науки или государственным программам: 1) Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого (ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы) 2) Диссертация выполнена в рамках другой государственной программы (указать название программы) 3) Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей нацнотехнической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление)	Диссертационное исследование выполнено в рамках проекта AP23486396 «Модели и методы распознавания анатомических структур на изображениях МРТ в задачах компьютерной диагностики» с грантовым финансированием Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан на 2024-2026 гг. Диссертационная работа на тему «Информационная технология выделения анатомических структур на изображениях магнитно-резонансной томографии» полностью соответствует приоритетному направлению научного развития «Передовое производство, цифровые и космические технологии». Результаты диссертационного исследования направлены на разработку и внедрение интеллектуальных информационных технологий обработки и анализа медицинских изображений, что соответствует государственным приоритетам в области цифровой трансформации системы здравоохранения, развития медицинских информационных систем и внедрения технологий искусственного интеллекта в клиническую практику.
2.	Важность для науки	Работа <u>вносит</u> /не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта/не раскрыта	Диссертационная работа вносит значительный вклад в науку, особенно в области обработки и распознавания медицинских изображений. Соискатель всесторонне исследует этапы, особенности и современные тенденции развития методов и технологий автоматизированного анализа медицинских изображений, а также вопросы разработки и использования интеллектуальных информационных систем для обработки данных магнитно-резонансной томографии. Работа вносит существенный вклад в науку по направлению «Информационные системы (по отраслям)» путем разработки и апробации информационной технологии выделения анатомических структур на МРТ-изображениях, основанной на сочетании метода информационно-текстурной диагностики и современных методов глубокого обучения. Получена совокупность экспериментальных результатов, подтверждающих эффективность предложенной технологии на реальных клинических МРТ-изображениях коленного сустава, включая сравнительный анализ

			архитектур YOLOv8-х и RT-DETR в задаче автоматического обнаружения и локализации разрывов мениска. Важность диссертационной работы раскрыта достаточно полно, показаны преимущества применения разработанных алгоритмов и информационной технологии для повышения точности, объективности и воспроизводимости диагностики патологий мениска коленного сустава.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1) <u>Высокий</u>; 2) Средний; 3) Низкий; 4) Самостоятельности нет	Уровень самостоятельности работы оценивается как высокий. Автор самостоятельно выполнил полный цикл научных исследований, включающий теоретический анализ современных методов обработки медицинских изображений, разработку алгоритмов и методов обработки МРТ-изображений коленного сустава, а также их экспериментальную проверку. В диссертации представлены оригинальные программные модули для автоматизированного выявления разрывов мениска, основанные на архитектурах YOLO и RT-DETR, которые демонстрируют высокую точность бинарной классификации в условиях вариативности клинических данных. Для верификации предложенных методов использован авторский датасет МРТ-изображений коленного сустава, включающий разнообразные клинические случаи с учетом таких факторов, как различия в протоколах сканирования, контрастности изображений и анатомических особенностей пациентов. Экспериментальные исследования включали сравнение эффективности различных архитектур глубокого обучения, анализ показателей точности, полноты и F1-меры, что позволило обоснованно выбрать оптимальные модели для практического применения. Практическая значимость результатов подтверждена возможностью интеграции разработанной системы в процессы клинической диагностики и образовательной подготовки медицинских специалистов, что свидетельствует о высоком уровне самостоятельности и научной зрелости автора.
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) <u>Обоснована</u>; 2) Частично обоснована; 3) Не обоснована.	Актуальность диссертации обоснована. Работа затрагивает важные вопросы повышения точности и объективности диагностики повреждений мениска коленного сустава на основе анализа МРТ-изображений, что соответствует современным тенденциям цифровизации здравоохранения и внедрения технологий искусственного интеллекта в медицину. Актуальность исследования подтверждается растущей потребностью в автоматизированных системах поддержки принятия врачебных решений, способных повысить эффективность и надежность интерпретации МРТ данных в клинической практике. Особую значимость придает использование современных методов глубокого обучения, в частности архитектур семейств YOLO и RT-DETR, позволяющих решать практические задачи бинарной классификации разрывов

			мениска в условиях вариативности клинических данных. Кроме того, результаты диссертационного исследования ориентированы на практическое применение в медицинских учреждениях, что свидетельствует о высокой научной и прикладной значимости работы для развития медицинской цифровой диагностики.
	4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) <u>Отражает;</u> 2) Частично отражает; 3) Не отражает		Содержание диссертации отражает заявленную тему исследования. Все структурные разделы работы логично и последовательно связаны с проблематикой автоматизированной диагностики разрывов мениска коленного сустава на основе анализа и обработки МРТ-изображений с применением методов глубокого обучения. В работе детально рассматриваются современные подходы к обработке медицинских изображений, обучение моделей на базе архитектур YOLO и RT-DETR, а также методы диагностики патологий мениска. Особое внимание уделено вопросам формирования и аннотирования датасета, выбору метрик оценки качества и сравнительному анализу эффективности различных нейросетевых моделей. Теоретические положения исследования дополняются экспериментальными результатами и примерами практического применения разработанных алгоритмов, что обеспечивает целостность, внутреннюю согласованность и завершенность диссертационной работы.
	4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации: 1) <u>соответствуют;</u> 2) частично соответствуют; 3) не соответствуют		Цель и задачи соответствуют теме диссертации. Цель диссертационного исследования состоит в разработке информационной технологии анализа МРТ изображений, обеспечивающей выделение анатомических структур и повышение достоверности диагностики патологий на примере патологий коленного сустава, что полностью соответствует заявленной теме исследования. Задачи диссертации четко сформулированы и логично структурированы, они направлены на достижение поставленной цели. Систематичность и последовательность решения задач подтверждают соответствие цели и задач теме диссертационной работы.
	4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: 1) <u>полностью взаимосвязаны;</u> 2) взаимосвязь частичная; 3) взаимосвязь отсутствует		Все разделы и положения диссертации полностью взаимосвязаны. Структура работы выстроена логично и последовательно: от обоснования актуальности исследования и анализа современных методов обработки медицинских изображений до разработки и сравнительного исследования нейросетевых моделей на базе архитектур YOLO и RT-DETR для автоматизированной диагностики разрывов мениска по МРТ-изображениям, их экспериментальной проверки и практической апробации. Каждый раздел дополняет предыдущий, обеспечивая поступательное раскрытие поставленной цели и последовательное решение сформулированных задач. Взаимосвязь между теоретическими положениями, методологической частью и полученными экспериментальными результатами является

			четкой и непрерывной, что свидетельствует о внутренней целостности и логической завершенности диссертационной работы.
		4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями: <u>1) критический анализ есть;</u> 2) анализ частичный; 3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов	Автором проведён глубокий анализ современных методов обработки медицинских изображений и применения методов глубокого обучения для диагностики повреждений мениска коленного сустава по МРТ-данным. В работе рассмотрены и сопоставлены современные нейросетевые архитектуры семейств YOLO и RT-DETR, а также классические и современные подходы к анализу изображений, с учётом их точности, вычислительной эффективности и устойчивости к вариативности клинических данных. Новизна предложенных решений аргументирована сравнением с существующими методами по ключевым метрикам качества, таким как точность, полнота и F1-мера. В диссертации представлены экспериментальные результаты, демонстрирующие преимущество разработанных моделей в задачах автоматизированной диагностики разрывов мениска, включая повышение точности классификации и снижение времени обработки данных. Разработанные подходы обоснованы как с научной, так и с практической точек зрения, что подтверждает наличие в работе полноценного и обоснованного критического анализа.
5.	Принцип научной новизны	5.1 Научные результаты и положения являются новыми? <u>1) полностью новые;</u> 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Научные результаты и положения являются полностью новыми. Результаты компьютерного моделирования и экспериментальные исследования показали высокую эффективность разработанных алгоритмов диагностики разрывов мениска коленного сустава на основе анализа МРТ-изображений с использованием архитектур YOLO и RT-DETR. Предложенные методы обеспечивают повышение точности диагностики и устойчивость к вариативности клинических данных, что подтверждает их практическую значимость и научную новизну.
		5.2 Выводы диссертации являются новыми? <u>1) полностью новые;</u> 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Выводы, полученные и сформулированные автором в диссертации, являются полностью новыми. Основные положения достигнутых результатов опубликованы в открытой печати, основные результаты диссертационной работы доложены и обсуждены на 5-ти международных конференциях. Имеются акт внедрения, а также свидетельство об авторском праве на результаты диссертационного исследования.
		5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными: <u>1) полностью новые;</u>	Технические, технологические и методические решения, представленные в диссертационной работе, являются полностью новыми. По результатам исследования разработана интеллектуальная система диагностики разрывов мениска коленного сустава на основе методов глубокого обучения и анализа МРТ-изображений. Созданы и реализованы алгоритмы выделения патологий мениска с использованием

		2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	архитектур семейств YOLO и RT-DETR. Получена совокупность результатов экспериментальной апробации предложенных методов на авторском датасете МРТ-изображений, подтверждающая их эффективность в условиях, приближенных к реальной клинической практике.
6.	Обоснованность основных выводов	Все основные выводы <u>основаны</u>/не основаны на весомах с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам)	Полученные результаты и выводы, сформулированные соискателем Танкибаевой А.К., являются обоснованными и достоверными, что обеспечивается научной базой исследования и корректным применением методов исследования. Научные положения, выносимые на защиту, выводы и заключения соискателя не вызывают сомнения, а полученные в процессе работы результаты, полностью согласованы и соответствуют целям и задачам исследования. Результат 1 — является полностью новым, поскольку автором впервые разработан и реализован метод информационно-текстурной диагностики повреждений мениска коленного сустава на основе анализа межпиксельных приращений яркости и плотности тканей на МРТ-изображениях, обеспечивающий формализованное выделение патологических структур. Результат 2 — является полностью новым, так как соискателем лично разработана методика автоматического обнаружения разрывов мениска с использованием архитектур YOLOv8-x и RT-DETR-l, включающая оригинальную методику предварительной обработки МРТ-изображений и сравнительный анализ эффективности нейросетевых моделей по метрикам точности, полноты, F1-оценки и mAP. Результат 3 — является полностью новым, поскольку получена совокупность результатов экспериментальной апробации разработанной интеллектуальной системы диагностики повреждений мениска коленного сустава на клинических МРТ-данных, продемонстрировавшая высокую точность локализации и распознавания патологий и обладающая преимуществами по надежности и устойчивости по сравнению с существующими подходами.
7.	Основные положения, выносимые на защиту	Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности: 7.1 Доказано ли положение? 1) <u>доказано</u>; 2) скорее доказано; 3) скорее не доказано; 4) не доказано	Основные положения диссертационной работы доказаны. Представленные результаты подкреплены как теоретическими обоснованиями, так и экспериментальными данными, полученными в ходе исследования. Разработанные методы информационно-текстурной диагностики повреждений мениска, методика предварительной обработки МРТ-изображений, а также нейросетевые подходы к автоматическому обнаружению разрывов мениска с использованием архитектур YOLOv8-x и RT-DETR-l аргументированы и прошли экспериментальную апробацию, что подтверждает их эффективность и практическую применимость. Научные доказательства и результаты экспериментальных исследований демонстрируют высокий уровень

		обоснованности предложенных решений и позволяют считать большинство основных положений диссертационной работы доказанными.
	7.2 Является ли тривиальным? 1) да; 2) <u>нет</u>	Основные положения, выносимые на защиту, не являются тривиальными. Работа представляет оригинальные решения и методы, разработанные на основе современных методов обработки медицинских изображений и глубокого обучения. В частности, предложенные методики информационно-текстурной диагностики повреждений мениска, комбинированный подход к предварительной обработке МРТ-изображений, а также применение нейросетевых архитектур YOLOv8-x и RT-DETR-l демонстрируют новый подход к решению актуальных задач диагностики патологий коленного сустава. Авторские подходы отличаются научной новизной и обладают практической значимостью, что подтверждает их ценность и исключает тривиальность. Таким образом, положения диссертационной работы представляют собой значимый вклад в исследуемую область.
	7.3 Является ли новым? 1) <u>да</u>; 2) нет	Основные выводы работы являются новыми, поскольку впервые применены методы глубокого обучения, методы обработки и анализа МРТ-изображений для автоматизированного обнаружения и локализации разрывов мениска коленного сустава. Разработанная информационная технология позволяет анализировать морфологические и текстурные особенности анатомических структур, обеспечивая высокую точность распознавания патологических изменений. Алгоритмы на основе архитектур YOLOv8-x и RT-DETR-l обеспечивают автоматическую обработку МРТ-срезов в реальном времени, выполняя детекцию разрывов мениска с высокой достоверностью. Полученные результаты демонстрируют возможность объективного выявления патологий различной степени выраженности, включая малоконтрастные и трудноразличимые разрывы, что подтверждает научную новизну и практическую значимость предложенного подхода.

		7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 2) средний; 3) <u>широкий</u> 4) в текущей формулировке проверить уровень применения положения невозможно.	Предложенные в работе методы имеют широкий потенциал практического применения. Разработанные методы обработки и анализа МРТ-изображений коленного сустава могут быть интегрированы в системы лучевой диагностики для автоматизированной диагностики разрывов мениска, что особенно актуально в условиях цифровизации здравоохранения и роста объемов медицинских данных. Применение интеллектуальных алгоритмов поддержки принятия врачебных решений способствует повышению точности, объективности и воспроизводимости интерпретации МРТ-исследований. Разработанные методы могут использоваться не только в клинической практике, но и в образовательной среде для подготовки врачей-рентгенологов и травматологов-ортопедов. Кроме того, предложенные алгоритмы могут быть адаптированы для решения смежных задач медицинской визуализации, включая анализ других анатомических структур и патологий опорно-двигательного аппарата. Широкая адаптируемость предложенных решений подтверждается их универсальностью: алгоритмы не требуют специализированного оборудования и могут быть реализованы на стандартных вычислительных платформах, что обеспечивает возможность масштабирования и внедрения в различных медицинских учреждениях, включая клиники с ограниченными ресурсами. Таким образом, разработанные методы обладают высоким потенциалом практического использования в медицинской диагностике и смежных областях здравоохранения.
		7.5 Доказано ли в статье? 1) <u>да</u>; 2) нет 3) в текущей формулировке проверить доказанность положения в статье невозможно.	Результаты исследования опубликованы в рецензируемых научных журналах и индексируются в авторитетных базах данных, таких как Scopus и КОКСОН. В опубликованных статьях представлены теоретические обоснования, экспериментальные результаты и их подробный анализ, что подтверждает доказанность и научную обоснованность основных положений диссертационной работы. Таким образом, автор обеспечил прозрачность, доступность и верифицируемость полученных научных результатов посредством публикаций в признанных научных изданиях, что подтверждает их надежность и высокую научную значимость.
8.	Принцип достоверности Достоверность источников и предоставляемой информации	8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана 1) <u>да</u>; 2) нет	Выбор методологии исследования обоснован и подробно описан. Автор применяет современные нейросетевые методы анализа МРТ-изображений коленного сустава и алгоритмы глубокого обучения, которые полностью соответствуют целям и задачам диссертационного исследования. Используемая методология включает этапы предварительной обработки медицинских изображений, формирование и аннотирование обучающей выборки, обучение и валидацию моделей на базе архитектур YOLOv8-x и RT-

		DETR-1, а также сравнительный анализ их эффективности по основным метрикам качества. Применение комплексного подхода к оценке результатов обеспечивает системность, научную обоснованность и практическую применимость выбранных методов. Такой детальный и структурированный подход подтверждает достоверность методологии и её соответствие современным научным стандартам в области интеллектуального анализа медицинских данных.
	8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий: 1) <u>да</u>; 2) нет	Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и интерпретации данных с применением новых компьютерных технологий. В ходе исследования применялись современные методы обработки и анализа МРТ-изображений коленного сустава с использованием моделей нейронных сетей YOLOv8-x и RT-DETR-1. Экспериментальные данные включали авторский набор МРТ-снимков, содержащий изображения как нормальных, так и патологически изменённых менисков, что позволило провести детальный анализ различных типов разрывов. Для обучения и тестирования моделей использовались стандартизированные процедуры разделения выборок и оптимизации параметров нейросетей. Оценка качества проводилась с применением метрик Precision, Recall, F1-score и mAP, что обеспечило объективность сравнения результатов. Полученные показатели точности и устойчивости моделей подтверждают эффективность предложенных алгоритмов и их применимость для автоматизированной диагностики повреждений мениска в клинической практике.
	8.3 Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены экспериментальным исследованием (для направлений подготовки по педагогическим наукам результаты доказаны на основе педагогического эксперимента): 1) <u>да</u>; 2) нет	Теоретические выводы, модели и выявленные закономерности подтверждены экспериментальными исследованиями. В диссертационной работе проведена апробация разработанных методов и алгоритмов анализа МРТ-изображений коленного сустава на основе практических экспериментов, что позволило продемонстрировать их эффективность и научную обоснованность. Полученные результаты представлены в виде количественных и качественных показателей, подтверждающих достоверность выводов и разработанных решений. Экспериментальные данные наглядно демонстрируют достижение поставленных целей и задач исследования, что свидетельствует о высокой степени обоснованности теоретических положений диссертационной работы.
	8.4 Важные утверждения <u>подтверждены</u>/частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу	Важные утверждения в данной работе полностью подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу, что отражено в анализе теоретических разделов диссертации в многочисленных первоисточниках, близких теме исследования.

		8.5 Используемые источники литературы <u>достаточно/не достаточно</u> для литературного обзора	Количество и качество использованных источников литературы являются достаточными для полноценного литературного обзора. В работе проведен глубокий анализ актуальных исследований ведущих отечественных и зарубежных ученых, а также современных публикаций, посвященных теме исследования. Список литературы включает рецензируемые научные статьи, труды из авторитетных баз данных, таких как Scopus и Web of Science, а также отечественные источники, что обеспечивает обоснованность и актуальность теоретической части диссертации. Такой подход подтверждает достаточность и высокое качество литературного обзора.
9.	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: 1) <u>да</u> ; 2) нет	Диссертация имеет теоретическое значение, поскольку в работе разработаны новые подходы и методы обработки и анализа МРТ-изображений коленного сустава для выявления повреждений мениска с применением моделей глубокого обучения. Полученные теоретические выводы расширяют существующие знания в области медицинской визуализации, интеллектуального анализа данных и диагностики заболеваний опорно-двигательного аппарата. Предложенные методики и результаты могут служить основой для дальнейших исследований, направленных на развитие интеллектуальных систем поддержки врачебных решений и совершенствование алгоритмов диагностики патологий коленного сустава.
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: 1) <u>да</u> ; 2) нет	Диссертация имеет практическое значение, поскольку разработанные методы и алгоритмы обработки и анализа МРТ-изображений могут быть успешно внедрены в медицинские учреждения для повышения точности и объективности диагностики повреждений мениска коленного сустава. Предложенные решения обладают высокой вероятностью практического применения благодаря их эффективности и соответствию современным требованиям цифровизации здравоохранения. Результаты исследования демонстрируют потенциал для масштабирования и интеграции разработанной системы в клинические информационные системы и процессы лучевой диагностики, что подтверждает их практическую значимость для медицинской практики и подготовки специалистов.
		9.3 Предложения для практики являются новыми? 1) <u>полностью новые</u> ; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Предложения и рекомендации, разработанные соискателем, для практического применения являются полностью новыми, что подтверждается наличием свидетельства интеллектуальной собственности (программы для ЭВМ).
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма:	Качество академического письма — высокое, работа имеет ясное научное звучание, изложена логически последовательно, все основные

		1) <u>высокое</u>; 2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое.	положения раскрыты понятным для восприятия профессиональным, научным языком. Постановка целей и задач исследования делается после анализа современного состояния проблемы исследования, показан пробел в существующих знаниях, который восполняют результаты диссертации. Все разделы и подразделы диссертации логически связаны и завершаются выводами. Оформление работы соответствует установленным требованиям, что свидетельствует о внимании автора к деталям и высоком уровне подготовки диссертационного исследования.
11.	Замечания к диссертации		Диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне. Вместе с тем в ходе ознакомления с диссертацией возникли отдельные вопросы и пожелания: 1. Было бы полезно расширить обсуждение возможностей адаптации предложенной информационной технологии для диагностики других патологий коленного сустава или иных анатомических областей. 2. Представляет интерес более подробное описание потенциальных ограничений предложенного метода при использовании данных, полученных на МРТ-аппаратах с различной напряжённостью магнитного поля. Указанные замечания носят рекомендательный характер и не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы.
12.	Научный уровень статей докторанта по теме исследования (в случае защиты диссертации в форме серии статей официальные рецензенты комментируют научный уровень каждой статьи докторанта по теме исследования)		Публикации размещены в рецензируемых изданиях, включая журналы, индексируемые в международных базах данных, таких как Scopus и КОКСОН, что свидетельствует о значимости и актуальности представленных результатов. Научные статьи характеризуются чёткой структурой изложения: формулировкой целей исследования, обоснованием используемой методологии, представлением экспериментальных данных и анализом полученных результатов. Материалы демонстрируют как теоретическую значимость, так и практическую ценность проведённого исследования. Высокий уровень публикаций подтверждает вклад докторанта в развитие научной темы, а также отражает самостоятельность, компетентность и способность к решению актуальных задач в исследуемой области.
13.	Решение официального рецензента (согласно пункту 28 настоящего типового приложения)		Диссертация Танкибаевой Акерке Кыдырбековны на тему «Информационная технология выделения анатомических структур на изображениях магнитно-резонансной томографии» по научной новизне, объёму, значимости полученных результатов соответствует требованиям главы 2 «Правил присуждения ученых степеней» Комитета по обеспечению качества в сфере образования и науки МОН РК, предъявляемым к работам, представленным на соискание степени доктора философии (PhD). Автор диссертации заслуживает присуждения искомой степени доктора философии (PhD) по

		образовательно программе 8D06101 – Информационные системы (по отраслям)
--	--	--

Официальный рецензент:

Доктор PhD, профессор
кафедры «Кибербезопасность, обработка и
хранение информации»,
Института автоматизации и информационных
технологий Казахского национального
исследовательского технического института
им. Сатпаева



Ахмедиярова Айнура Танатаровна