



«УТВЕРЖДАЮ»

Член Правления - Проректор по науке и
корпоративному развитию

НАО «КазНТУ им. К.И.Сатпаева»

Кульдеев Е.И.

ВЫПИСКА ИЗ ПРОТОКОЛА №3

расширенное заседание кафедры
«Программная инженерия» и
«Кибербезопасность, обработка и хранение информации»

г. Алматы

«13» ноября 2025 г.

Председатели: Утегенова А.У., PhD, ассоциированный профессор, исполняющий обязанности заведующей кафедрой «Программная инженерия», Сербин В.В., кандидат технических наук, ассоциированный профессор, исполняющий обязанности заведующего кафедрой «Кибербезопасность, обработка и хранение информации».

Секретарь: Толкын Ш., старший менеджер кафедры «Программная инженерия».

Присутствовали от кафедры «Программная инженерия»: Е.Г. Чинибаев – PhD, ассоциированный профессор, М.Н. Жекембаева – PhD, профессор, А.О. Кабдолдина – PhD, профессор, Ж.М. Алибиева – PhD, ассоциированный профессор, Р.Н. Бейсембекова – кандидат технических наук, ассоциированный профессор, А.К. Касенхан – PhD, ассоциированный профессор, С.М. Джунусова – старший преподаватель, А.Т. Аяпбергенова – старший преподаватель, Ж.А. Бисолтановна – старший преподаватель, М.Т. Елеманов – старший преподаватель, Р.Р. Абдикаров – старший преподаватель, С. Нуралыкызы – старший преподаватель, Д.Ж. Баймагамбетова – старший преподаватель, К.Ф. Имаматдинова – старший преподаватель, Н. Тастанова – преподаватель, С.Б. Жанаева – старший преподаватель, Э.Н. Дайырбаева – старший преподаватель.

Присутствовали от кафедры «Кибербезопасность, обработка и хранение информации»: А.А. Ашимов — доктор технических наук, профессор, Д.Н. Шукаев — доктор технических наук, профессор, К. Мукашев — доктор физико-математических наук, профессор, А. Разак — PhD, профессор, А.Н. Молдагулова — кандидат технических наук, профессор, Е.Ж. Айтхожаева — кандидат технических наук, профессор, А.Т. Ахмедьярова — PhD, профессор, С.Б. Рахметулаева — PhD, профессор, Ж.К. Алимсеитова — PhD, профессор, Г.Б. Кашаганова — PhD, профессор, Р.Ж. Сатыбалдиева — кандидат технических наук, ассоциированный профессор, Б.И. Жумагалиев — кандидат технических наук, ассоциированный профессор, Х.И. Юбузова — PhD, ассоциированный профессор, Н. Албанбай — PhD, ассоциированный профессор, А.К. Мамырова — кандидат технических наук, ассоциированный профессор, Б.Е. Ягалиева — кандидат физико-математических наук, ассоциированный профессор, Ш.М. Байматаева — кандидат технических наук, ассоциированный профессор, Д.Х. Кожамжарова — магистр технических наук, заместитель директора, А.И. Наурызбаева — магистр технических наук, старший преподаватель, Б.А. Тулегенова — магистр технических наук, старший преподаватель, Д.А. Байбатчаева — магистр технических наук, старший преподаватель, Э.К. Инкарбаева — м.т.н., старший преподаватель, А.Б. Олжабаева — магистр технических наук, старший преподаватель, А.М. Кайрбеков — магистр технических наук, старший преподаватель, М.Ж. Болысханова — магистр технических наук, старший преподаватель, Е.М. Бексултан — магистр технических наук, старший преподаватель, М.Б. Айтбекова — магистр технических наук, старший преподаватель, Р.С. Магазов — магистр технических наук, старший преподаватель.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. К.И. САТПАЕВА**

наук, старший преподаватель, А.С. Абдуллаева — магистр технических наук, старший преподаватель, Н.О. Ергалиева — PhD, старший преподаватель, М.Т. Аристомбаева — магистр технических наук, старший преподаватель.

Внешние участники (онлайн): А.Ә. Мухитова — заместитель заведующего кафедрой «Информационные системы» по научно-инновационной работе и международным связям, старший преподаватель, КазНУ им. аль-Фараби; А. Турсунбек — преподаватель кафедры «Информационные системы», КазНУ им. аль-Фараби; Ф. Телгожаева — преподаватель кафедры «Информационные системы», КазНУ им. аль-Фараби; зарубежный научный консультант, доктор технических наук, заведующий кафедрой Д.А. Гура (Кубанский государственный технологический университет; Кубанский государственный аграрный университет, Россия).

ПОВЕСТКА ДНЯ

Обсуждение результатов исследований диссертационной работы докторанта PhD кафедры «Программная инженерия» Акылбекова Олжаса Наурызбаевича на тему «Разработка и исследование методов анализа пространственных данных в системах территориального планирования с применением алгоритмов машинного обучения», представленной на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D06102 – «Machine Learning & Data Science».

Научные консультанты:

1. Молдагулова Айман Николаевна – кандидат физико-математических наук, доцент, профессор кафедры «Кибербезопасность, обработка и хранение информации», КазНУ им. К.И.Сатпаева.

Зарубежный научный консультант:

2. Гура Дмитрий Андреевич – кандидат технических наук, доцент, и.о. заведующего кафедрой «Кадастра и геоинженерии» Кубанского государственного технологического университета (Россия, г. Краснодар, ул. Московская, д. 2, корп. «В», каб. 207; а также Кубанского государственного аграрного университета, г. Краснодар, 350044, Россия.)

Рецензенты:

1. Мухамедиев Равиль Ильгизович – кандидат технических наук, доктор инженерных наук, профессор кафедры «Программная инженерия», «КазНУ имени К.И. Сатпаева».

2. Касенхан Арай Мейрамбайкызы – PhD, ассоциированный профессор кафедры «Программная инженерия», «КазНУ имени К.И. Сатпаева».

Представление соискателя и темы его диссертации

ВЫСТУПИЛ:

Председатель: исполняющий обязанности заведующего кафедрой «Программная инженерия» Института «Автоматика и информационные технологии» НАО «КазНУ имени К.И. Сатпаева» А.У. Утегенова проинформировала участников о статусе докторанта Акылбекова Олжаса Наурызбаевича и ключевых датах выполнения диссертационного исследования.

Акылбеков О.Н. поступил в докторантуру по образовательной программе 8D06102 – «Machine Learning & Data Science» в 2019 году и в 2022 году завершил полный курс теоретического обучения и научно-исследовательской работы докторанта. Приказом № 307-д от 05.11.2019 г. была утверждена первоначальная тема диссертации «Semantic Pixel-wise Segmentation of Images and Videos» и назначены научные консультанты: Чингиз

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. К.И. САТПАЕВА**

Кеншимов (Республика Казахстан) и профессор Mercedes Torres (University of Nottingham, Великобритания). В 2022 году докторант прошёл научную стажировку в Necmettin Erbakan University (город Конья, Турция).

Председатель сослалась на Положение о диссертационном совете П.029-03-04-02.2.02–2024 (раздел 6 «Особые условия») и отметила, что в связи с истечением срока докторант был восстановлен приказом № 1803-д от 16.10.2025 г. для прохождения предзащиты и последующей защиты, с повторным утверждением научного обоснования в редакции: «Разработка и исследование методов анализа пространственных данных в системах территориального планирования с применением алгоритмов машинного обучения» (на русском/казахском/английском), а также с заменой научных консультантов: отечественным научным консультантом назначена Айман Николаевна Молдагулова (кандидат физико-математических наук, доцент, профессор; Республика Казахстан), зарубежным научным консультантом утверждён Дмитрий Андреевич Гура (кандидат технических наук; Российская Федерация). Основанием послужила выписка из протокола заседания Ученого совета № 2 от 10.10.2025 г.

Также отмечено, что докторантом выполнены публикационные требования: статья в журнале Advances in Engineering Software (2022; индексируется в Scopus и Web of Science), статья в журнале International Journal of Advanced Computer Science and Applications (2023; индексируется в Scopus и Web of Science), две статьи в журналах, рекомендованных КОКСОН Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (2025), а также доклады на международной конференции ABEATS 2025 и на национальной научно-практической конференции с международным участием.

В заключение председатель указала на соответствие темы, научных консультантов, стажировки и публикаций действующим требованиям и вынесла на обсуждение диссертационную работу Акылбекова О.Н. и вопрос о даче заключения и рекомендации (или не рекомендации) к защите в диссертационном совете, предоставив слово соискателю.

СЛУШАЛИ:

Соискателя Акылбекова Олжаса Наурызбаевича, который в своем докладе (в течение 20 минут) изложил суть научных исследований, проведенных в период обучения в докторантуре и после её окончания. Соискатель изложил основные положения диссертации, доклад был представлен в форме презентации.

В ходе доклада были представлены следующие характеристики работы:

1. Актуальность исследования;
2. Цель работы;
3. Задачи исследования;
4. Методы исследования;
5. Научные положения, выносимые на защиту;
6. Научная новизна исследования;
7. Основное содержание разделов диссертационной работы;
8. Основные выводы по работе.

По теме диссертационной работы были заданы следующие вопросы:

Исполняющий обязанности заведующего кафедрой «Кибербезопасность, обработка и хранение информации», кандидат технических наук, ассоциированный профессор В.В. Сербин:

1. Как интерпретируется показатель совпадения с генеральным планом 0,63 (63 %) и каким образом он рассчитывается?

2. Какие меры будут приняты для улучшения языкового оформления результатов и структуры презентации?
3. Почему выбраны именно такие модели машинного обучения (гибридная CNN+LSTM, двухслойный MLP с ReLU, компактные CNN, облегчённые трансформеры) и как проводилось их сравнение?

Докторант Акылбеков О.Н. дал следующие ответы:

1. Значение ассигасы = 0,63 получено на основе матрицы ошибок (Confusion Matrix) путём поэлементного сравнения классов генерального плана и прогнозов модели для каждого пикселя/участка. Таким образом, 63 % объектов отнесены моделями к тем же классам градостроительной пригодности, что и в генеральном плане.
2. Докторант признал замечания о чрезмерном использовании формулировок типа «можно/будет можно» и обязался в окончательной версии текста и презентации излагать результаты в утвердительной форме («разработано», «получено», «апробировано»). Также будут показаны полная Confusion Matrix и картографические слои соответствия. Структура презентации будет перестроена так, чтобы каждой поставленной в диссертации задаче (кадастровое сравнение, гибридная модель, методика, апробация) соответствовал отдельный логический блок и набор слайдов.
3. В работе рассматривались несколько групп моделей: MLP, Random Forest, CNN/U-Net, гибридные архитектуры CNN+LSTM, а также облегчённые трансформерные варианты. С учётом объёма данных и доступных вычислительных ресурсов наилучший баланс качества и устойчивости показали двухслойный MLP с ReLU-активацией и компактные CNN-архитектуры. В окончательной редакции диссертации и презентации будет представлена сводная сравнительная таблица метрик (Ассигасы, IoU, F1 и др.) по всем протестированным моделям и отдельная схема гибридной архитектуры.

PhD, ассоциированный профессор кафедры ПИ Касенхан А.Қ.:

1. По какой причине в качестве объекта исследования был выбран именно город Алатау и чем он отличается от других возможных площадок?
2. С учётом того, что в последние годы модели класса трансформеров демонстрируют высокие результаты во многих задачах машинного обучения, рассматривалась ли возможность их применения в данной работе? Если да, то по каким причинам было принято решение не включать их в основную линию экспериментов?

Докторант Акылбеков О.Н. дал следующие ответы:

1. Город Алатау является новым планируемым Smart City, генеральный план которого официально утверждён и хорошо оцифрован. Город только формируется, поэтому модели сопоставляются с планируемыми, а не стихийно сложившимися структурами застройки. Кроме того, Алатау рассматривается как пилотная площадка для внедрения инновационных решений в рамках концепции «умный город», что повышает научную и практическую значимость выбранного объекта.
2. Возможность применения трансформерных архитектур в рамках исследования рассматривалась: на части датасета Алатау были проведены пробные эксперименты с упрощёнными вариантами ViT/SegFormer, показавшие качество, сопоставимое с компактными CNN- и гибридными CNN+MLP/CNN+LSTM-моделями, но при существенно более высоких требованиях к вычислительным ресурсам и объёму данных. С учётом ограниченной инфраструктуры и ориентации диссертации на воспроизводимые, интерпретируемые и технологически доступные решения для органов архитектуры и градостроительства в основную экспериментальную часть включены CNN- и гибридные модели; в доработанной версии диссертации это будет отражено отдельным подпунктом с кратким описанием тестов, причин отказа от полноформатного включения и указанием перспектив дальнейшего дообучения и исследования трансформеров на подготовленном наборе данных.

Исполняющая обязанности заведующего кафедрой «Программная инженерия» PhD, ассоциированный профессор Утегенова А.У.:

1. Как реализован прикладной GeoAI-pipeline и веб-сервис, насколько полно продемонстрирован интерфейс и где проводилась апробация?

Докторант Акылбеков О.Н. дал следящий ответ:

1. GeoAI-пайплайн включает блоки сбора и предобработки данных (DEM, Sentinel, OSM), извлечения признаков, обучения ML/Deep Learning-моделей и веб-интерфейс для работы с картографическими слоями и рейтингами привлекательности территорий. Первичная апробация проведена на пилотных участках Алатау с участием профильных экспертов. В доработанной версии материалов будут представлены скриншоты интерфейса, краткое демонстрационное видео и типовые пользовательские сценарии (например, «выбор площадки нового жилого района»).

Молдагулова Айман Николаевна – кандидат физико-математических наук, доцент, профессор кафедры «Кибербезопасность, обработка и хранение информации» КазНУ им. К.И. Сатпаева – озвучила вопрос от имени кандидата технических наук, доктора инженерных наук, профессора кафедры «Программная инженерия» КазНУ им. К.И. Сатпаева Мухамедиева Р. И.:

1. Каким образом формируется обучающая выборка и целевая переменная, и в чём состоит методическое обоснование применения методов машинного обучения в диссертационной работе?

Докторант Акылбеков О.Н. дал следящий ответ:

1. Обучающая выборка формируется на основе совмещения данных генерального плана города Алатау, градостроительных регламентов и экспертной разметки участков. Целевая переменная представляет собой класс градостроительной пригодности, присвоенный каждому пространственному объекту (высокая, средняя, ограниченная пригодность, неблагоприятные и запрещённые зоны). Методы машинного обучения в работе используются как инструмент масштабирования экспертной разметки: закономерности, выявленные на ограниченном пилотном участке, тиражируются на всю территорию исследования, что существенно ускоряет и унифицирует процесс картирования и классификации территорий. В итоговой версии диссертации будет расширено описание источников данных, правил разметки и структуры тренировочного набора, а также отдельно подчеркнута методическая роль моделей машинного обучения в формировании и распространении экспертных решений.

ВЫСТУПЛЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО НАУЧНОГО КОНСУЛЬТАНТА И ОГЛАШЕНИЕ ОТЗЫВА ЗАРУБЕЖНОГО КОНСУЛЬТАНТА

Председатели: исполняющая обязанности заведующей кафедрой «Программная инженерия», PhD, ассоциированный профессор А.У. Утегенова. Уважаемые коллеги! Для принятия заключения по рассматриваемой диссертационной работе имеются отзывы научных консультантов. В связи с этим предоставляется слово отечественному научному консультанту.

1. Выступление отечественного научного консультанта Молдагуловой Айман Николаевны — кандидата физико-математических наук, доцента, профессора кафедры «Кибербезопасность, обработка и хранение информации» КазНУ им. К.И. Сатпаева:

Отечественный научный консультант, кандидат физико-математических наук, доцент, профессор Молдагулова А. Н. дала развёрнутую академическую характеристику диссертационной работе Акылбекова Олжаса Наурызбаевича и его научной деятельности. В своём выступлении она отметила, что диссертация посвящена научно и практически

значимой для Республики Казахстан задаче — интеграции алгоритмов машинного обучения с методами анализа пространственных данных в системе территориального планирования нового города Алатау в контексте концепции Smart City. Автор последовательно сочетает инструменты GIS, технологии машинного и глубокого обучения, опираясь на реальные геопро пространственные данные города Алатау (цифровые модели рельефа, спутниковые снимки, данные OSM, материалы генерального плана, 3D-модели застройки), на основе которых разработана интеллектуальная GeoAI-модель и веб-приложение для многофакторной оценки градостроительной пригодности земельных участков.

Результаты исследования подтверждены количественным анализом: по данным Confusion Matrix зафиксировано 63-процентное соответствие между прогнозами модели и функциональными зонами генерального плана, при этом гибридная архитектура CNN+MLP продемонстрировала наиболее эффективное сочетание точности и устойчивости. Отмечено, что автор проработал также альтернативные решения на основе трансформерных архитектур (U-NetFormerLite, ViT) и показал их потенциал для дальнейшего развития модели, однако уже представленные в диссертации научная новизна, методическая база и возможности практического применения являются достаточными для принятия позитивного итогового решения по работе.

Молдагулова А. Н. подчеркнула высокую исследовательскую активность докторанта. В 2023 году Акылбеков О.Н. выиграл государственный грант «Тәуелсіздік ұрпақтары» по направлению «Информационные технологии» по данной тематике и в настоящее время продолжает работы по совершенствованию разработанных моделей. Параллельно автор ведёт исследования в рамках гранта «Жас Ғалым» по проекту № AP25793497 «Automatic Detection of Pipeline Leaks Using Thermal Imagery from Fixed-Wing Drones and Convolutional Neural Networks», что свидетельствует о широте его научных интересов и умении применять нейросетевые технологии в различных предметных областях.

Суммируя изложенное, отечественный научный консультант сделала вывод о том, что диссертационная работа Акылбекова Олжаса Наурызбаевича полностью соответствует требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям по образовательной программе 8D06102 «Machine Learning & Data Science», и может быть представлена к защите в диссертационном совете с рекомендацией присвоения автору учёной степени доктора философии (PhD).

2. Секретарь заседания: старший менеджер кафедры «Программная инженерия» Ш. Толкын предоставила слово зарубежному научному консультанту кандидату технических наук, доценту Д.А. Гура. Однако в связи с возникшими техническими неполадками зарубежный научный консультант не смог полноценно подключиться к заседанию и выступить с устным докладом. В этой связи секретарь сообщила, что зарубежным научным консультантом заранее были направлены письменные отзывы, которые были оглашены на заседании в установленном порядке.

Оглашая отзыв зарубежного научного консультанта, отмечено, что диссертационная работа Акылбекова О.Н. посвящена актуальной задаче применения геопро пространственного искусственного интеллекта и алгоритмов машинного обучения для анализа спутниковых изображений, цифровых моделей рельефа, кадастровых и инфраструктурных слоёв в целях поддержки территориального планирования; консультант подчеркнул высокий научно-методический уровень исследования, логичную постановку и детализацию задач, корректный выбор методов (машинное обучение, глубокие нейронные сети, пространственная статистика и геоаналитика) и убедительную интерпретацию результатов, отдельно выделив разработку адаптированной архитектуры гибридных моделей классификации территорий и программных модулей формирования карт градостроительной пригодности, подтверждённых высокими показателями качества; практическая значимость, по оценке Дмитрия Андреевича Гуры, заключается в

возможности интеграции предложенных решений в муниципальные геопорталы, системы Smart City и информационные ресурсы органов архитектуры и градостроительства, при этом положительно отмечены личный вклад автора, публикационная активность в изданиях Scopus и Web of Science и высокий уровень научной самостоятельности, вследствие чего сделан вывод о соответствии диссертации требованиям специальности 8D06102 «Machine Learning & Data Science» и целесообразности присуждения степени доктора философии (PhD).

ВЫСТУПЛЕНИЯ РЕЦЕНЗЕНТОВ

Председатели: А.У. Утегенова.: Уважаемые коллеги! Слово предоставляется рецензентам по диссертационной работе Акылбекова О.Н.

1. Выступление рецензента Касенхан Арай Мейрамбайкызы, PhD, ассоциированного профессора кафедры «Программная инженерия»:

Первый рецензент, доктор философии (PhD), ассоциированный профессор кафедры «Программная инженерия» Касенхан Арай Мейрамбайкызы дала развернутый положительный отзыв, отметив высокую актуальность диссертации Акылбекова О.Н. и практическую ценность разработанной и адаптированной GeoAI-модели для задач территориального планирования города Алатау; рецензент положительно оценила логичную постановку цели и задач, полноту обзора литературы, корректность экспериментальной части и наличие программного прототипа, объединяющего пространственные данные, модели машинного обучения и картографическую визуализацию, подчеркнув, что результаты подтверждаются метриками качества и экспертной оценкой и в целом работа соответствует требованиям специальности 8D06102 – «Machine Learning & Data Science»; при этом высказаны уточняющие замечания о необходимости более чётко обосновать выбор архитектур (почему гибридная модель CNN+MLP признана наиболее эффективной) и кратко отразить рассмотрение трансформерных моделей (ViT, SegFormer, UNetFormer) и ограничения их применения, однако эти замечания носят технический характер и не снижают общей высокой оценки, в связи с чем рецензент рекомендовала диссертацию к защите с присуждением степени доктора философии (PhD).

2. Секретарь заседания Ш. Толкын сообщила, что второй рецензент, кандидат технических наук, доктор инженерных наук, профессор кафедры «Программная инженерия» Равиль Ильгизович Мухамедиев, по уважительным причинам не смог лично присутствовать на расширенном заседании кафедры. Вместе с тем рецензентом была заранее представлена подробная письменная рецензия, подготовленная на основе детального ознакомления с диссертационной работой и предварительной официальной переписки с докторантом. Указанная рецензия была приобщена к материалам заседания, а её основная часть огласлена председателем заседания в установленном порядке.

В заключении рецензент отметил, что диссертационная работа Акылбекова О.Н. производит благоприятное впечатление, является актуальной и практически значимой для территориального планирования нового города Алатау; при этом цель исследования корректно сформулирована как классификация участков земной поверхности по классам градостроительной пригодности на основе комплексного анализа пространственных данных с чётким описанием классов, структуры обучающей выборки и целевой переменной, сформированной по функциональным зонам генерального плана, регламентам и экспертной разметке; отдельно подчеркнуто, что машинное обучение применяется как инструмент масштабирования экспертных решений с пилотного участка на более обширные территории, что ускоряет картирование и повышает объективность; рецензент

дал высокую оценку новым научно обоснованным результатам, корректности аппарата и уровню апробации, указав, что замечания носят уточняющий и рекомендательный характер и не снижают общей положительной оценки, и поддержал рекомендацию представить диссертацию к защите по специальности 8D06102 – «Machine Learning & Data Science».

Ответы докторанта на замечания рецензентов:

Докторант **Акылбеков О.Н.** на высказанные рецензентами замечания и рекомендации дал исчерпывающие и аргументированные ответы. Все замечания носят конструктивный характер, полностью приняты докторантом и будут учтены при подготовке окончательной редакции диссертационной работы и презентационных материалов к защите. Докторант подтвердил, что уточнения, касающиеся выбора и обоснования используемых моделей, формирования обучающей выборки, а также методических аспектов применения алгоритмов машинного обучения, будут отражены в соответствующих разделах диссертации

ДИСКУССИЯ УЧАСТНИКОВ ЗАСЕДАНИЯ КАФЕДРЫ

В ходе обсуждения диссертационной работы на расширенном заседании кафедр «Программная инженерия» и «Кибербезопасность, обработка и хранение информации» были заданы вопросы и высказаны замечания, касающиеся научного содержания исследования и формы представления полученных результатов.

1. PhD, ассоциированный профессор Касенхан А.К. отметила целесообразность выбора города Алатау в качестве объекта исследования и обратила внимание на его специфику как нового планируемого города в рамках концепции Smart City, что представляет научный и практический интерес.

2. Исполняющая обязанности заведующий кафедрой «Кибербезопасность, обработка и хранение информации», к.т.н., ассоциированный профессор Сервин В.В. указал на необходимость корректной интерпретации показателей соответствия результатов моделирования генеральному плану, а также на важность строгого академического и утвердительного стиля изложения результатов в тексте диссертации и презентационных материалах. Также было отмечено, что структура презентации должна более чётко соответствовать задачам диссертационного исследования. В ходе дискуссии участниками заседания было обращено внимание на вопросы выбора и сравнения моделей машинного обучения, а также на необходимость более наглядного представления сравнительных характеристик применяемых алгоритмов.

3. Исполняющая обязанности заведующего кафедрой «Программная инженерия», PhD, ассоциированный профессор Утегенова А.У. акцентировала внимание на практической реализации GeoAI-pipeline и веб-сервиса, включая демонстрацию интерфейса, сценарии использования и результаты апробации.

4. Рецензент, к.т.н., д.инж.н., профессор Мухамедиев Р.И. в представленной рецензии отметил необходимость более детального раскрытия методики формирования обучающей выборки и целевой переменной, а также методического обоснования применения алгоритмов машинного обучения.

В завершение обсуждения председатель заседания отметил, что высказанные замечания носят уточняющий и рекомендационный характер и подлежат учёту при окончательной доработке диссертационной работы и презентационных материалов.

После дискуссии было проведено открытое голосование. В голосовании приняли участие все участники семинара.

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОЕ СЛОВО ДОКТОРАНТА

Председатель: Утегенова А.У.: Уважаемые коллеги! Заключительное слово предоставляется докторанту **Акылбекову О.Н.**

Докторант: Уважаемые Председатель, научные руководители, рецензенты, коллеги и гости! Благодарю Вас за внимание к представленной диссертационной работе, за высказанные замечания и рекомендации, которые будут учтены при окончательной подготовке диссертационной работы к защите.

ВЫВОД: Диссертационная работа Акылбекова Олжаса Наурызбаевича на тему: «Разработка и исследование методов анализа пространственных данных в системах территориального планирования с применением алгоритмов машинного обучения», представляет собой самостоятельно выполненную автором научно-квалификационную работу, результаты которой обеспечивают решение актуальных теоретических и практических задач в области территориального планирования и анализа пространственных данных.

Полученные в работе результаты могут быть использованы в качестве методической и технологической основы для разработки и внедрения интеллектуальных информационных систем поддержки принятия решений в задачах территориального планирования, анализа градостроительной пригодности и развития концепции Smart City. Разработанные методы и модели анализа пространственных данных с применением алгоритмов машинного обучения позволяют повысить обоснованность, точность и оперативность принимаемых управленческих решений.

ПОСТАНОВИЛИ

Предложение Института автоматизации и информационных технологий Казахского национального исследовательского технического университета имени К.И. Сатпаева о выдвижении к защите диссертационной работы PhD докторанта кафедры «Программная инженерия» Акылбекова Олжаса Наурызбаевича, завершившего в 2022 году полный курс докторантуры по образовательной программе 8D06102 – «Machine Learning & Data Science», на тему «Разработка и исследование методов анализа пространственных данных в системах территориального планирования с применением алгоритмов машинного обучения» / «Машиналық оқыту алгоритмдерін қолдану арқылы аумақтық жоспарлау жүйелерінде кеңістіктік деректерді талдау әдістерін әзірлеу және зерттеу» / «Development and research of spatial data analysis methods in territorial planning systems using machine learning algorithms», на соискание степени доктора философии (PhD) рассмотрено и по итогам обсуждения единогласно **ПОДДЕРЖАНО**.

УТВЕРДИТЬ направление диссертационной работы в диссертационный совет Казахского национального исследовательского технического университета имени К.И. Сатпаева для защиты. Замечания рецензентов и членов кафедр учесть при окончательной доработке текста диссертации и аннотация.

Приём заключения по результатам обсуждения диссертационной работы осуществлялся открытым голосованием.

По итогам голосования установлено следующее распределение голосов:

- «за» – 53,
- «против» – 0,
- «воздержался» – 1.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

по диссертационной работе Акылбекова Олжаса Наурызбаевича на тему: «Разработка и исследование методов анализа пространственных данных в системах территориального планирования с применением алгоритмов машинного обучения», представленной на соискание степени доктора PhD по специальности 8D06102 – «Machine Learning & Data Science»

Актуальность темы. Современные процессы урбанизации, роста населения и освоения новых территорий предъявляют повышенные требования к системам территориального планирования. Управление пространственным развитием городов и регионов требует анализа разнородных геоданных — от климатических и экологических до социально-экономических. Традиционные ГИС-подходы не всегда справляются с задачами высокой точности из-за неспособности выявлять скрытые закономерности в многомерных данных. Применение алгоритмов машинного обучения (ML) открывает возможности интеллектуальной интерпретации данных, построения адаптивных моделей и повышения точности прогнозов пространственного развития, что особенно актуально в условиях сложного ландшафта и быстро меняющейся городской среды.

Целью выполнения диссертационной работы является разработка и исследование комплекса методов анализа пространственных данных для систем территориального планирования с применением алгоритмов машинного и глубокого обучения, обеспечивающих повышение обоснованности принятия решений при формировании функциональных зон и приоритетов развития территорий нового города Алатау в рамках концепции Smart City.

Основная идея работы заключается в интеграции пространственной аналитики (GIS/GeoAI) с гибридными моделями машинного обучения и формализации процедуры сопоставления прогнозов моделей с функциональными зонами генерального плана, что позволяет перейти от описательного анализа к прогнозно-аналитической поддержке градостроительных решений на основе данных.

Задачи исследования. В соответствии с поставленной целью в работе проведён аналитический обзор и оценено современное состояние методов GeoAI и пространственной аналитики в задачах территориального планирования, обоснована актуальность и сформирована концепция применения алгоритмов машинного обучения для города Алатау; сформирована информационная база исследования за счёт сбора, интеграции и предобработки разнородных пространственных данных (векторных и растровых слоёв), разработки структуры признаков и подготовки единого набора данных для моделирования; разработана методика пространственного моделирования и формализованы целевые показатели и классы для задач территориального планирования с привязкой к функциональным зонам и ограничениям генерального плана; разработан и исследован комплекс алгоритмов машинного и глубокого обучения, включая гибридные нейросетевые модели, для анализа пространственных данных и прогнозирования пригодности и назначения территорий; проведены вычислительные эксперименты, включающие обучение и валидацию моделей, оценку точности и устойчивости результатов, интерпретацию выводов (в том числе анализ важности факторов) и сопоставление прогнозов с функциональными зонами генерального плана и экспертными оценками; реализован программный прототип (инструмент/веб-сервис) визуализации и представления результатов, обеспечивающий практическое применение разработанных методов в задачах территориального планирования города Алатау.

Научная новизна работы. В диссертационной работе разработаны и представлены следующие научные положения, отличающиеся новыми результатами и подходами:

1. Разработан комплексный подход GeoAI, объединяющий пространственную аналитику и алгоритмы машинного/глубокого обучения для моделирования пригодности и функционального назначения территорий города Алатау с учетом инфраструктурных и природно-экологических ограничений.
2. Формализована методика сопоставления прогнозов моделей с функциональными зонами генерального плана и реализован программный прототип (веб-инструмент) для визуализации и практического применения результатов при принятии градостроительных решений.

Описание основных результатов исследования. Разработан программный прототип интеллектуального анализа пространственных данных, реализующий полный цикл: от подготовки признаков до генерации итоговых карт пригодности. Эксперименты проведены на данных района Алатау (Алматинская область) с использованием мультиспектральных изображений, цифровых моделей рельефа и инфраструктурной информации.

- Точность классификации (Accuracy): 90–97 % в зависимости от модели и структуры входных данных;
- Коэффициент детерминации (R^2): 0.87–0.92 в задачах регрессии;
- F1-мера: до 0.93 по ключевому классу "высокая пригодность".

Модели на основе архитектуры CNN–MLP продемонстрировали наилучшие показатели по точности и устойчивости к изменению входных данных. Сравнительный анализ подтвердил, что гибридные и трансформерные решения (в частности, SegFormer и Vision Transformer) обладают потенциалом обобщения, однако CNN–MLP показала более стабильные и интерпретируемые результаты, особенно при ограниченных обучающих данных и высокой пространственной сложности.

Конкретное личное участие автора в получении научных результатов заключается в постановке цели и задач исследования и разработке методологии работы, выполнении аналитического обзора, сборе и комплексной предобработке пространственных данных с формированием базы признаков и целевых классов, разработке и исследовании моделей машинного и глубокого обучения для прогнозирования пригодности и назначения территорий, проведении вычислительных экспериментов с валидацией и интерпретацией результатов и их сопоставлением с функциональными зонами генерального плана и экспертными оценками, а также в создании программного прототипа (веб-инструмента) визуализации для поддержки градостроительных решений.

Степень достоверности результатов: Достоверность научных результатов обеспечивается использованием репрезентативных пространственных данных, применением современных методов машинного обучения, корректной валидацией моделей и сопоставлением полученных прогнозов с данными генерального плана и экспертными оценками.

Полнота опубликования результатов: Основные результаты диссертационной работы опубликованы в достаточном объеме в рецензируемых научных изданиях, в том числе индексируемых в базах Scopus и Web of Science, а также представлены на международных и национальных научных конференциях, что соответствует требованиям нормативных документов. 3 статьи в изданиях, индексируемых Scopus/Web of Science, включая Advances in Engineering Software (Q1, Software, 75%), IJACSA (Q3, General CS, 43%), International Journal of Artificial Intelligence (Q3, Artificial Intelligence, 26%);

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. К.И. САТПАЕВА

«Программалық
инженерия» кафедра
менгерушісінің м.а,
PhD,
қауымдастырылған
профессор



А.У. Утегенова

«Киберқауіпсіздік,
ақпаратты өңдеу және
сақтау» кафедра
менгерушісінің м.а, т. ғ.
к. қауымдастырылған
профессор



В.В. Сербин

«Программалық
инженерия»
кафедрасының бас
менеджері



Ш. Толқын