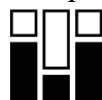


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Направление подготовки/профиль 09.06.01 Информатика и вычислительная техника/  
Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и  
компьютерных сетей

Инженерная школа информационных технологий и робототехники

Отделение информационных технологий

**Научный доклад об основных результатах подготовленной  
научно-квалификационной работы**

Тема научно-квалификационной работы

**Алгоритмическое и программное обеспечение системы компьютерного зрения на  
основе сверточных нейронных сетей**

УДК 004.421:004.415.2:004.932.2.032.26

Аспирант

Группа	ФИО	Подпись	Дата
А8-39	Береснев Алексей Павлович		

Руководителя профиля подготовки

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОИТ	Спицын Владимир Григорьевич	д.т.н., профессор		

Руководитель отделения

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедрой – руководитель отделения на правах кафедры ОИТ	Шерстнев Владислав Станиславович	к.т.н., доцент		

Научный руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОИТ	Марков Николай Григорьевич	д.т.н., профессор		

## **Актуальность темы научно – квалификационной работы (диссертации)**

Использование систем компьютерного зрения (СКЗ) на основе современных моделей сверточных нейронных сетей (СНС) актуально для решения многих прикладных задач, в том числе в различных отраслях промышленности. Например, сегодня крайне актуальны беспилотные летательные аппараты (БПЛА) с интеллектуальными СКЗ на основе СНС, позволяющими прямо на борту беспилотного аппарата решать задачи распознавания на изображениях земной поверхности объектов различной физической природы (автотранспорт, люди и т.п.) в режиме реального времени с целью мониторинга территории опасных промышленных объектов. Однако вычислительные возможности мобильных (возимых или носимых) систем компьютерного зрения, к которым относится также и интеллектуальная СКЗ на БПЛА, ограничены. Это накладывает жесткие ограничения на архитектуры СНС и алгоритмы обработки изображений, которые используются в таких мобильных системах. Для повышения вычислительных возможностей мобильных систем сегодня обычно преобладает **следующая тенденция**: используют в составе таких систем наряду с центральным процессором дополнительные вычислительные устройства, которые позволяют ускорить выполнение моделей СНС. На сегодняшний день такие устройства представляются либо в виде графического процессора с пониженным энергопотреблением, например, от компании Nvidia для встраиваемых систем, либо в виде программируемых логических интегральных схем (ПЛИС) современных систем на кристалле. Однако имеется и **другая тенденция** в проведении исследований и разработок мобильных СКЗ: создавать новые модели с оригинальными архитектурами СНС, обеспечивающие высокую точность распознавания объектов, но в то же время выставляющие пониженные требования к вычислительным ресурсам при исполнении таких СНС в мобильных системах.

### **Цель и задачи исследований**

Цель научно – квалификационной работы (диссертации) - создание и исследование перспективных моделей СНС класса YOLO для детектирования объектов на изображениях в составе мобильных СКЗ, а также разработка соответствующих алгоритмов и программ для выполнения таких СНС. Реализация такой цели диссертации несомненно является актуальным направлением исследований, поскольку, как указано выше, сегодня востребованы новые эффективные архитектуры СНС в составе мобильных СКЗ.

Для реализации этой цели необходимо решить следующие задачи.

1. Осуществить анализ методов проектирования СНС
2. Сформировать требования к моделям для задачи детектирования объектов, применяемых в мобильных СКЗ.

3. Выполнить выбор класса базовых моделей СНС для их дальнейшей модификации.

2. Разработать новые модели СНС выбранного класса для детектирования объектов на изображениях в составе мобильных СКЗ.

3. Создать алгоритмы и программное обеспечение для реализации предложенных моделей СНС.

4. Провести обучение программно – реализованных моделей СНС с использованием одного из известных датасетов.

5. Исследовать эффективность обученных моделей СНС с использованием выбранного датасета в части точности распознавания объектов на изображениях и скорости вычислений; осуществить анализ результатов исследований на предмет применимости предложенных моделей СНС в мобильной СКЗ.

### **Основные теоретические предпосылки для проведения исследований**

В настоящее время область глубокого обучения всё чаще переходит от фундаментальных и теоретических исследований к решению прикладных задач. До недавнего времени эта область находилась в своем большинстве в эмпирическом, интуитивном познании. Не существовало четко выработанных правил создания и обучения новых моделей нейронных сетей, выбора факторов и планирования экспериментов. Это было связано, в первую очередь, с тем что ранее у исследователей не существовало достаточной вычислительной возможности, чтобы провести достаточное множество экспериментов с различными параметрами СНС. Проведение одного эксперимента по обучению СНС занимало много времени и проводилось неделями. Сейчас же вычислительные ресурсы стали доступней, и многие исследователи могут себе позволить использовать кластеры из множества GPU для проведения серий экспериментов с СНС в короткие сроки. Сегодня именно использование вычислительных кластеров из множества GPU для обучения моделей СНС позволяет исследователям достигать ключевых результатов. При этом в процессе обучения модели СНС исследователи имеют возможность не только оптимизировать весовые коэффициенты СНС, но и оптимизировать саму архитектуру нейронной сети под заданные ограничения, предъявляемые к мобильным СКЗ. Как следствие, можно получить оптимальную модель СНС по набору заданных параметров за короткий срок в отличие от обычного эмпирического подхода к её проектированию.

### **Структура, объем и основное содержание диссертации**

Диссертация состоит из введения, четырех разделов, заключения, списка литературы, содержащего 50 наименований. Объем диссертации составляет 74 страницы.

*В первом разделе* работы проведен обзор методов проектирования моделей сверточных нейронных сетей в автоматическом режиме.

*Во втором разделе* изложена концепция создания мобильной интеллектуальной СКЗ. Приведены основные подходы и принципы создания такой системы технического зрения (СТЗ). Также рассмотрены основные перспективные классы СНС для решения задач распознавания и детектирования объектов на изображениях. На основе проведенного анализа формулируются цель и задачи диссертационного исследования.

*В третьем разделе* рассмотрены предлагаемые модели СНС на основе базовых СНС класса YOLO спроектированные вручную с использованием Inception-ResNet-модулей. Приведены результаты автоматического проектирования модели СНС на основе базовых СНС класса YOLO.

*В четвертом разделе* проведено исследование эффективности разработанных моделей СНС при детектировании объектов разных масштабов на изображениях.

### **Полученные новые научные результаты**

1. Разработаны и обучены новые модели СНС класса YOLO с включением в их архитектуру вместо отдельных сверточных слоев Inception-ResNet-модули.
2. Разработаны и обучены новые модели СНС класса YOLO с автоматически спроектированной архитектурой.
3. Получены результаты исследования эффективности предложенных новых моделей СНС в части их точности и скорости детектирования объектов на изображениях, а также по сложности их использования в мобильных СКЗ.