

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



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 06 » марта 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Технологии компьютерного зрения
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: магистратура
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 144 (4)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 09.04.02 Информационные системы и технологии
(код и наименование направления)

Направленность: Информационные технологии и системная инженерия
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Ознакомление магистров с современными подходами, которые используются при построении систем компьютерного (машинного) зрения (Computer Vision, CV). Элементы CV используются в управлении, контроле, распознавании и поиске и т.д., поэтому, современному ИТ-специалисту необходимо владеть инструментами построения CV.

Успешное освоение курса необходимо для решения задач по созданию и сопровождению промышленного ПО в разнообразных прикладных областях.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- системы компьютерного зрения,
- машинное обучение.

1.3. Входные требования

Предшествующие дисциплины:
- дисциплины бакалавриата.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-1ПК-1.1	Знает классификацию видов и архитектур методов машинного зрения, алгоритмы обучения, основные прикладные проблемы, решаемые с помощью методов компьютерного зрения	Знает методы проведения НИР на основе моделирования предметной области	Экзамен
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Умеет строить и обучать глубокую сверточную нейронную сеть с целью классификации, детектирования и сегментации объектов на цифровом снимке или видеоряде, строить систему распознавания образов	Умеет планировать и организовывать НИР с целью повышения эффективности деятельности в предметной области	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	Владеет навыками решением задач классификации, детектирования и сегментации, с использованием нейронных сетей и классических методов computer vision	Владеет навыками проектирования и разработки интеллектуальных элементов программного обеспечения с использованием результатов НИР	Экзамен
ПК-1.2	ИД-1ПК-1.2	Знает виды и средства современных технологий для сбора и анализа научно-технической информации о технологиях компьютерного зрения.	Знает современные технологии для сбора и анализа научно-технической информации; правила и возможности обмена опытом в отечественной и зарубежной профессиональной среде	Экзамен
ПК-1.2	ИД-2ПК-1.2	Умеет осуществлять поиск информации о результатах научных и прикладных исследований в области разработки и применения компьютерного зрения.	Умеет использовать коммуникативные технологии для обмена информацией в академических и профессиональных дискуссиях	Экзамен
ПК-1.2	ИД-3ПК-1.2	Владеет навыками анализа и обобщения научных и прикладных исследований в области компьютерного зрения	Владеет навыками анализа и обобщения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта	Экзамен

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	2
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	52	52	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	14	14	
- лабораторные работы (ЛР)	36	36	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)			
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	56	56	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
2-й семестр				
Введение в компьютерное зрение. Основы цифрового представления изображений	8	18	0	18
Введение в понятие предмета компьютерного зрения, общие подходы и классификация решаемых задач. Тема 1. Обработка изображений Тема 2. Особые точки и дескрипторы Тема 3. Основные задачи машинного зрения: детектирование объектов Тема 4. Основные задачи машинного зрения: сегментация				
Сверточные нейронные сети	6	18	0	38
Тема 5. Основы сверточных нейронных сетей. Подготовка данных для обучения моделей Тема 6. Задача классификации. Тема 7. Детектирование и сегментация				
ИТОГО по 2-му семестру	14	36	0	56
ИТОГО по дисциплине	14	36	0	56

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Решение задачи выделения границ с помощью детекторов Кэнни и Собеля
2	Применение SIFT дескрипторов для выделения похожих Изображений
3	Решение задачи детектирования лиц в реальном времени методом Виолы-Джонса.
4	Разбор примера сегментации изображений несколькими методами.
5	Реализация подготовки датасета для различных задач компьютерного зрения: разметка, загрузка и предварительная обработка данных. Аугментация данных. Построение сверточных нейронных сетей
6	Реализация дообучения популярной архитектуры сверточной нейронной сети на новом датасете. Сравнение результатов с сетью, обученной с нуля
7	Решение задачи детектирования объектов в режиме реального времени. Решение задачи сегментации объектов. Для задач использовать любой доступный датасет

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений : пер. с англ. 3-е изд., испр. и доп. Москва : Техносфера, 2012. 1103 с. 75 усл. печ. л.	1
2	Черняк Е. Введение в глубокое обучение : пер. с англ. Санкт-Петербург : Диалектика, 2020. 182 с.	2
3	Яне Б. Цифровая обработка изображений : пер. с англ. М. : Техносфера, 2007. 583 с.	2
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Галушкин А. И. Нейронные сети: основы теории. Москва : Горячая линия-Телеком, 2017. 496 с. 31 усл. печ. л.	3
2	Грессер Л., Кенг Ван Л. Глубокое обучение с подкреплением. Теория и практика на языке Python : пер. с англ. Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2022. 415 с. 33,540 усл. печ. л.	1
3	Селянкин В. В. Компьютерное зрение. Анализ и обработка изображений : учебное пособие. Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2019. 148 с. 7,98 усл. печ. л.	1
2.2. Периодические издания		
1	Журнал «Информационные технологии»	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений?	https://elib.pstu.ru/Record/lan73514	сеть Интернет; авторизованный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Среды разработки, тестирования и отладки	JupyterLab (open source)
Среды разработки, тестирования и отладки	TensorFlow (open source)

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Мультимедиа-проектор	1
Лабораторная работа	Ноутбук или рабочая станция, подключенные к вычислительному серверу, способному к выделению экземпляра GPU для выполнения вычислений при обучении	1
Лекция	Мультимедиа-проектор	1

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Ноутбук	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

Факультет прикладной математики и механики
Кафедра «Вычислительная математика, механика и биомеханика»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

**для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Технологии компьютерного зрения»**

Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	09.04.02 Информационные системы и технологии
Профиль программы магистратуры:	Информационные технологии и системная инженерия
Квалификация выпускника:	Магистр
Выпускающая кафедра:	Вычислительная математика, механика и биомеханика
Форма обучения:	Очная
Форма промежуточной аттестации:	Экзамен

Оценочные материалы (фонд оценочных средств, ФОС) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины (РПД). ФОС устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение 2-го семестра. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций знать, уметь, владеть, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала и промежуточной аттестации. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля						
	Текущий			Промежуточный/ рубежный		Итоговый	
	С	ТО	ПЗ	ОЛР	Т/КР/ КИЗ		Экзамен
Усвоенные знания							
З.1 знать классификацию видов и архитектур методов машинного зрения, алгоритмы обучения, основные прикладные проблемы, решаемые с помощью методов компьютерного зрения	С	ТО				КР	ТВ
З.2 знать виды и средства современных технологий для сбора и анализа научно-технической информации о технологиях компьютерного зрения	С	ТО				КР	ТВ
Освоенные умения							
У.1 уметь строить и обучать глубокую сверточную нейронную сеть с целью классификации, детектирования и сегментации объектов на цифровом снимке или видеоряде, строить систему распознавания образов					ОЛР	КР	ПЗ
У.2 уметь осуществлять поиск информации о результатах научных и прикладных исследований в области разработки и применения компьютерного зрения					ОЛР	КР	ПЗ
Приобретенные владения							
В.1 владеть навыками решением задач классификации, детектирования и сегментации, с использованием нейронных сетей и классических методов computer vision					ОЛР		КЗ
В.2 владеть навыками анализа и обобщения научных и прикладных исследований в области компьютерного зрения					ОЛР		КЗ

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КИЗ – кейс-задача (комплексное индивидуальное задание); ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных частей компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования, выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Промежуточный и рубежный контроль

Промежуточный и рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений (табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных (практических) работ и рубежных контрольных работ.

2.2.1. Защита лабораторных работ

Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.2. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланированы рубежные контрольные работы по разделам дисциплины.

Типовые задания КР:

1. Показатели эффективности в задачах компьютерного зрения: классификации, детектирования, сегментации (accuracy, precision, recall, F-score, ROC, IoU, AP, mAP)
2. Свертка изображений, линейные и нелинейные фильтры.
3. Понятие дескриптора, представление и назначение.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС магистерской программы.

2.2.3. Выполнение комплексного индивидуального задания на самостоятельную работу

Комплексных индивидуальных заданий по дисциплине не предусмотрено.

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки усвоенных умений, а также может содержать комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных дисциплинарных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных дисциплинарных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС магистерской программы.

2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Понятие детектирования, проблемы и задачи.
2. Метод Оцу оптимального глобального порогового преобразования.
3. Виды обучения искусственных нейронных сетей.

Типовые вопросы и практические задания для контроля усвоенных умений:

1. Вычисление гистограмм для чёрно-белых и цветных изображений.
2. Реализовать алгоритм свертки с учетом краевых эффектов.
3. Частотная фильтрация. Реализовать фильтр Гаусса или Баттерворта.

Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

1. Решение задачи сегментации методом К-средних.
2. Решение задачи классификации с помощью сверточной нейронной сети ResNet.

3. Детектирования объектов методом R-CNN.

2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения при экзамене

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных дисциплинарных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при экзамене для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС магистерской программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и дисциплинарных компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций

При оценке уровня сформированности дисциплинарных компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете дисциплинарной компетенции обобщается на соответствующий компонент всех дисциплинарных компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций приведены в общей части ФОС магистерской программы.

3.2. Оценка уровня сформированности дисциплинарных компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС магистерской программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС магистерской программы.