

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(Н И У « Б е л Г У »)

УТВЕРЖДАЮ

Директор института инженерных и
цифровых технологии



К.А. Польщиков

18.05.2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Алгоритмы обработки изображений

наименование дисциплины

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки

Направление подготовки 09.04.03 Прикладная информатика

Профиль подготовки Искусственный интеллект и наука о данных

Автор: Доцент, к.т.н. Абрамов Максим Викторович, ассистент Хлобыстова Анастасия Олеговна, Бушмелёв Фёдор Витальевич

должность, ученая степень, ученое звание, инициалы и фамилия

Программа одобрена Кафедрой прикладной информатики информационных технологий

Протокол заседания кафедры от 06.04.2022 № 8

дата

Программа согласована Кафедрой прикладной информатики и информационных технологий

Протокол заседания кафедры от 06.04.2022 № 8

дата

Раздел 1. Характеристики учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

Дисциплина «Алгоритмы обработки изображений» направлена на формирование навыков работы с фильтрацией, анализом, обработкой одномерных и двумерных оцифрованных сигналов с упором на обработку изображений.

Подобные знания широко востребованы в самых разных областях науки, техники и промышленности. Владение этими знаниями и навыками будет преимуществом при трудоустройстве в коммерческие компании, а также принесет пользу в научной и исследовательской деятельности.

Программа дисциплины также дидактически повторяет, подкрепляет и иллюстрирует классические концепции алгебры, математического анализа, компьютерных наук, тем самым способствуя большей наглядности изложенного в них материала и лучшему его закреплению.

Курс захватывает и смежные области знаний, такие как физиология восприятия, оптимизация ПО и аппаратного обеспечения, история развития вычислительных систем и т.п. Подобные экскурсии носят более демонстрационный, рекламный, а не глубокий характер и призваны лишь расширять кругозор слушателей.

Отдельные параметры семестрового курса могут варьироваться по степени сложности в зависимости от уровня подготовки обучающихся.

Основным методологическим принципом построения программы курса является принцип поэтапного системного накопления знаний и формирования необходимых компетенций по модели: от простого и/или знакомого – к сложному и/или незнакомому, а основной методологической стратегией прохождения отдельных разделов программы является ступенчатость и цикличность, предусматривающие постепенный возврат к ранее усвоенному материалу на более высоком концептуальном уровне.

Цель изучения дисциплины: обучение основам анализа изображений; демонстрация сходств и отличий обработки изображений от обработки других сигналов; формирование навыка использования базовых приёмов обработки изображений; изучение имеющихся программных средств; умение проводить анализ полученных результатов и делать выводы.

1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)

Дисциплина предназначена для обучающихся 1 курса магистратуры и рассчитана на, изучавших основы математических дисциплин в объёме программы бакалавриата и владеющих базовыми навыками программирования.

Максимальная эффективность программы будет обеспечена при условии, что обучающийся без затруднения может читать литературу на иностранном языке и усваивать материал самостоятельно, а также свободно владеет понятиями и теоретическими основами линейной алгебры, математического анализа, теории вероятностей и математической статистики.

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

Основной целью курса является знакомство обучающихся с базовыми понятиями и набором основных методов, которые используются для решения большинства практических задач в области анализа изображений, а именно:

- обучение основам анализа изображений;
- понимание сходств и отличий обработки изображений от обработки других сигналов
- формирование навыка использования базовых приёмов обработки изображений;
- усвоение классических алгоритмов и навык их применения;
- обзор имеющихся программных библиотек и иных средств;
- умение проводить анализ полученных результатов и делать выводы.

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения, обеспечивающие формирование компетенции	Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции
<p>ПКП-4-ИИР-ПК-1 — Способен исследовать и разрабатывать архитектуры систем искусственного интеллекта для различных предметных областей на основе комплексов методов и инструментальных средств систем искусственного интеллекта</p>	<p>умеет: выбирать, применять и интегрировать методы и инструментальные средства систем искусственного интеллекта, критерии их выбора и методы комплексования в рамках создания интегрированных гибридных интеллектуальных систем различного назначения</p> <p>знает: методы и инструментальные средства систем искусственного интеллекта, критерии их выбора и методы комплексования в рамках создания интегрированных гибридных интеллектуальных систем различного назначения</p>	<p>ПКП-4-ИИР-ПК-1.2. Выбирает комплексы методов и инструментальных средств искусственного интеллекта для решения задач в зависимости от особенностей предметной области</p>
<p>ПКП-1-ИИР-ОПК-1 — Способен разрабатывать алгоритмы и программные средства для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта</p>	<p>умеет: применять инструментальные среды, программно-технические платформы для решения профессиональных задач</p> <p>знает: инструментальные среды, программно-технические платформы для решения профессиональных задач</p>	<p>ПКП-1-ИИР-ОПК-1.1. Применяет инструментальные среды, программно-технические платформы для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта</p>

1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий

Контактная работа под руководством преподавателя - 15 ак. часов в семестре.

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

2.1. Организация учебных занятий

2.1.1 Основной курс

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся																	
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Контактная работа обучающихся с преподавателем										Самостоятельная работа			Объём активных и интерактивных	Трудоёмкость		
	лекции	семинары	консультации	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллоквиумы	текущий контроль	промежуточная	итоговая аттестация	под руководством преподавателя	в присутствии	сам. раб. с использованием			текущий контроль (сам. раб.)	промежуточная аттестация (сам. раб.)
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																	
Форма обучения: очная																	
Семестр 1	16		2					2		14		74		36		16	4
	2-25		2-25					2-25		2-25		1-1		1-1			
ИТОГО	16		2					2		14		74		36			4

Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации						
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Формы текущего контроля успеваемости		Виды промежуточной аттестации		Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)	
	Формы	Сроки	Виды	Сроки	Виды	Сроки
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ						
Форма обучения: очная						
Семестр 1			экзамен, устно, традиционная форма	по графику у промежуточной аттестации		

2.2. Структура и содержание учебных занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Количество часов
1	М1. Обзор, инженерные вопросы, тривиальные базовые алгоритмы	лекции	3
		под руководством преподавателя	2
2	М2. Выделение признаков и примитивов	лекции	4

		под руководством преподавателя	4
3	М3.Извлечение пространственных данных из наборов изображений	лекции	5
		под руководством преподавателя	4
4	М4.Алгоритмы анализа и хранения видео и наборов изображений	лекции	4
		под руководством преподавателя	4
5.	Промежуточная аттестация	Сам. работа	36
		Консультация	2
		Экзамен	2

М1. Обзор, инженерные вопросы, тривиальные базовые алгоритмы

1. Обзор предметной области, обзор практических задач, трудности анализа изображений, особенности зрительного восприятия человека, семантический разрыв, основы цифрового представления изображений, цветовые модели.

2. Источники изображений, оптические сенсоры, математические модели камер и систем вывода изображений, особенности изображений, вызванные процессом их захвата.

М2. Выделение признаков и примитивов

3. Простейшие методы сегментации изображений: пороговая бинаризация, выделение связанных компонент, обнаружение неоднородностей, перепадов яркости. Вычисление градиента, построение карты краев, моменты изображения, детектор карев Canny.

4. Основные операции математической морфологии (дилатация, эрозия, размыкание, замыкание) и основанные на них алгоритмы обработки изображений.

М3. Извлечение пространственных данных из наборов изображений

6. Обнаружение точечных особенностей (Harris, LoG, DoG), обнаружение областей (MSER), дескрипторы особенностей (SIFT, SURF, Census transform, FAST, ORB, BRISK).

7. Геометрические модели камер, методы оценки параметров моделей. Преобразование Хафа, RANSAC.

8. Сегментация изображений. Методы сегментации на основе кластеризации, k-means, min cut, normalized min cut.

М4. Алгоритмы анализа и хранения видео и наборов изображений

9. Анализ последовательностей изображений, методы поиска оптического потока.

10. Базовые подходы к сжатию изображений, на примере изложения принципов JPEG, MPEG энкодеров.

9. Пространственное и частотное представления изображений, пространственные и частотные методы обработки изображений. Модели шума, подавление шумов. Раздел читается на основе методическим материалов Университета Вандербильтта, Теннесси, США.

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины

Методические материалы включают в себя следующие типы материалов — литература, Интернет-ресурсы, учебные пособия, слайды и курсы видео-лекций с опорой на которые проводится аудиторная работа.

Во время занятий могут цитироваться и демонстрироваться выдержки из следующих источников:

1. Курс CS253 Vanderbilt University School of Engineering https://archive.org/details/Lectures_on_Image_Processing
2. Курс лекций от MIT <https://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-837-computer-graphics-fall-2012/>
3. Компьютерная графика — курс записанный при содействии ПОМИ РАН <https://www.lektorium.tv/course/22834>
4. Р. Гонсалес, Р. Вудс. Цифровая обработка изображений. - М.: Техносфера, 2012.
5. David A. Forsyth, Jean Ponce. Computer Vision: A Modern Approach
6. Gary Bradski, Adrian Kaehler. Learning OpenCV: Computer Vision with the OpenCV Library

3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающегося, как вид деятельности, стимулирующий активность, самостоятельность, познавательный интерес с целью поиска необходимой информации, приобретения знаний, использования этих знаний для решения учебных, научных и профессиональных задач, представляет собой важную составляющую учебного процесса, которой отводится не менее половины учебного времени при очной форме обучения. Время, отводимое на самостоятельную работу, должно использоваться обучающимися для наиболее полного освоения учебной дисциплины. Следовательно, организация эффективной внеаудиторной самостоятельной работы в процессе обучения требует создания условий, призванных обеспечить рациональное и планомерное управление учебной деятельностью, протекающей в отсутствие преподавателя. К числу методических пособий относятся:

- Задания для самостоятельного выполнения;
- Литература по теме курса;
- Сайт поддержки курса в сети интернет, на котором слушатели курса публикуют свои самостоятельные работы и имеют возможность задавать вопросы преподавателю и друг другу.

Роль преподавателя в организации самостоятельной работы состоит в координации действий обучающихся по освоению дисциплины, в методическом и организационном обеспечении учебного процесса. Взаимодействие между преподавателем и обучающимся осуществляется в форме консультаций, а также через сайт поддержки курса. Преподаватель также оказывает помощь обучающимся по планированию и организации самостоятельной работы.

3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

Устный экзамен в традиционной форме. Обучающийся получает 2 теоретических вопроса, на которые развёрнуто отвечает после подготовки, и 1–3 дополнительных вопроса для краткого устного ответа (общие понятия и то, как они соотносятся) без подготовки. Оценки за все ответы оцениваются по процентной шкале от 0% (нет ответа) до 100% (очень хороший ответ) и усредняются.

Полнота и качество ответов	Оценка ECTS	Оценка СПбГУ
Всестороннее, глубокое и систематическое знание учебного материала (90%-100%)	A	отлично
Допущены неточности в ответе, непринципиальные ошибки, исправленные самостоятельно после наводящих вопросов (80%-89%)	B	хорошо
Допущены неточности в ответе, методы и алгоритмы описаны схематично (70%-79%)	C	хорошо

Допущены существенные ошибки, но обучающийся обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя. Обучающийся знаком с основной литературой, рекомендованной программой (61%-69%)	D	удовл.
Допущены грубые ошибки, но очевидно знание материала в минимальном объёме (50%-60%)	E	удовл.
менее 50%	F	неуд.

3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)

Достижение компетенций оценивается при помощи следующих контрольно-измерительных материалов.

№	Код индикатора и индикатор достижения компетенции	Контрольно-измерительные материалы (КИМ) (тестовые вопросы, контрольные задания, кейсы и пр.)
	1	2
1	ПКП-4-ИИР-ПК-1.2. Выбирает комплексы методов и инструментальных средств искусственного интеллекта для решения задач в зависимости от особенностей предметной области	Контрольно-измерительные материалы устного экзамена
2	ПКП-1-ИИР-ОПК-1.1. Применяет инструментальные среды, программно-технические платформы для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта	Контрольно-измерительные материалы устного экзамена

3.1.4.1. Формируемые дисциплиной компетенции

Проверяемые компетенции: ПКП-4-ИИР-ПК-1, ПКП-1-ИИР-ОПК-1

Критерии оценивания: обучающемуся даётся два билета, на которые развёрнуто отвечает после подготовки, и 1–3 дополнительных вопроса для краткого устного ответа (общие понятия и то, как они соотносятся) без подготовки. Оценки за все ответы оцениваются по процентной шкале от 0% (нет ответа) до 100% (очень хороший ответ) и усредняются.

Дисциплина способствует **развитию** следующих компетенций:

- ПКП-8-ИИР-ПК-1 — Способен исследовать и разрабатывать архитектуры систем искусственного интеллекта для различных предметных областей на основе комплексов методов и инструментальных средств систем искусственного интеллекта
 - Формируется дисциплиной.
 - Развивается дисциплиной.
 - Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.
 Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данную компетенцию.
- ПКП-1-ИИР-ОПК-1 — Способен разрабатывать алгоритмы и программные средства для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта

- Формируется дисциплиной.
 - ✓ Развивается дисциплиной.
 - Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.
- Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данную компетенцию.

3.1.4.2. Контрольно-измерительные материалы (примеры)

Примерный список тестов:

1. Свет это...
 - a. Инфракрасное излучение
 - b. Ультрафиолетовое излучение
 - c. Рентгеновское излучение
 - d. Ничего из вышеперечисленного**
2. Цветовое пространство, в котором три канала это:
 - a. RGB**
 - b. CMYK
 - c. HSV**
 - d. CIE XYZ**
3. Метод Оцу позволяет:
 - a. Получить черно-белое изображение и порог для его получения**
 - b. Выделить объект на изображении
 - c. Создать цветовое пространство из изображения и порог для его получения
 - d. Ничего из вышеперечисленного
4. Воксель это...
 - a. Максимальный элемент трехмерного изображения
 - b. Минимальный элемент трехмерного изображения**
 - c. Минимальный элемент двумерного изображения
 - d. Ничего из вышеперечисленного
5. Сжатие цифровых изображений используется для...
 - a. Оптимизации размера изображения**
 - b. Снижения качества изображения
 - c. Повышения качества изображения
 - d. Ничего из вышеперечисленного
6. SURF дескриптор инвариантен к:
 - a. Изменению масштаба**
 - b. Сдвигу
 - c. Вращению**
 - d. Отражению
7. Основными преимуществами формата JPEG является:
 - a. Возможность сжатия с потерями качества**
 - b. Возможность сжатия без потерь качества**
 - c. Возможность открытия на любой платформе**
 - d. Возможность кодирования видео
8. Детектор Harris позволяет:
 - a. Находить границы на изображении
 - b. Находить углы на изображении**
 - c. Находить точки на изображении
 - d. Находить объекты на изображении
9. Детектор Кэнни позволяет:
 - a. Находить линии на изображении
 - b. Находить границы на изображении

- c. Находить точки на изображении
 - d. Находить объекты на изображении
10. Преобразования Хафа позволяет:
- a. Находить линии на изображении
 - b. Находить границы на изображении
 - c. Находить точки на изображении
 - d. Находить объекты на изображении**

Примерный перечень вопросов к экзамену:

1. Что такое цвет и свет, Восприятие цвета глазом, дальтонизм
 2. Метамеры, Опыты СIE6. Цветовое пространство XYZ Цветовой лепесток (свойства), эллипсы Мак-Адама Абсолютные и не абсолютные модели цвета. CMYK (аддитивные и субстративные модели). HSV, HLS - идеи построения
 3. Способы представления пикселя
 4. Типичная структура данных для хранения изображения
 5. Однородные координаты, Проективные преобразования, примеры (квадрики как конические сечения)
 6. Модель камеры обскуры. Приведённое фокальное расстояние, Дисторсия
 7. Бинаризация, локальные и глобальные алгоритмы, порог Отсу, k-means
 8. Вычисление градиента и моментов изображения,
 9. Детектор Кэнни.
 10. Морфология бинарных изображений (эрозия, наращивание, размыкание и замыкание). Морфологическая скелетизация
 11. Преобразование Хафа,
 12. Обнаружение точечных особенностей. Мотивация и примеры
 13. Детектор Harris,
 14. Пирамидальное представление изображения. LoG, DoG.
 15. Дескрипторы особенностей (SIFT, SURF, Census transform, FAST, ORB, BRISK).
 16. Численные методы — градиентный спуск, метод Ньютона, Маркварда-Левенберга
 17. Методы оценки внешних параметров моделей.
 18. Методы оценки внутренних параметров моделей.
- Существенная матрица и взаимное положение нескольких камер.
19. RANSAC с приложениями к поиску существенной матрицы.
 20. Алгоритмы сегментации
 21. Алгоритм оптического потока BlockMatch
 22. Алгоритм оптического потока KLT.
 23. Сжатие JPEG
 24. Сжатие MPEG
 25. Пространственное и частотное представления изображений, Масштабирование изображений
 26. Модели шума — некоррелированный шум. Подавление некоррелированного шума
 27. Модели шума — Коррелированный шум. Подавление коррелированного шума

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса применяется анкетирование в соответствии с методикой и графиком, утвержденными в установленном порядке.

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий

К чтению лекций должны привлекаться преподаватели, имеющие ученую степень доктора или кандидата наук (в том числе степень PhD, прошедшую установленную процедуру признания и установления эквивалентности) и/или ученое звание профессора или доцента.

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

Учебно-вспомогательный и инженерно-технический персонал должен иметь соответствующее образование и обладать навыками организации работы с пользовательскими программными продуктами в локальной сети компьютерного класса и в Интернете.

3.3. Материально-техническое обеспечение

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные стандартным оборудованием, используемым для обучения в СПбГУ в соответствии с требованиями материально-технического обеспечения.

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

Аудитории для проведения занятий должны быть оснащены проекционной техникой и компьютером.

3.3.3 Характеристики специализированного оборудования

Специальных требований нет.

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

Специальных требований нет.

3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов

Специальных требований нет.

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список литературы

1. Селянкин, В. В. Компьютерное зрение. Анализ и обработка изображений : учебник для вузов / В. В. Селянкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 152 с. — ISBN 978-5-8114-8259-7. — ЭР по подписке СПбГУ: <https://proxy.library.spbu.ru/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat07918a&AN=spsu.lanbook173806&lang=ru&site=eds-live&scope=site>
2. Обработка изображений с помощью OpenCV / Б. Г. Глория, Д. С. Оскар, Л. Э. Хосе, С. Г. Исмаэль. — Москва : ДМК Пресс, 2016. — 210 с. — ISBN 978-5-97060-387-1. — ЭР по подписке СПбГУ: <https://proxy.library.spbu.ru/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat07918a&AN=spsu.lanbook90116&lang=ru&site=eds-live&scope=site>
3. Клетте, Р. Компьютерное зрение. Теория и алгоритмы : учебник / Р. Клетте ; перевод с английского А. А. Слинкина. — Москва : ДМК Пресс, 2019. — 506 с. — ISBN 978-5-97060-702-2. — ЭР по подписке СПбГУ:

- <https://proxy.library.spbu.ru/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat07918a&AN=spsu.lanbook131691&lang=ru&site=eds-live&scope=site>
4. Броневич, А. Г. Анализ неопределенности выделения информативных признаков и представлений изображений : монография / А. Г. Броневич, А. Н. Каркищенко, А. Е. Лепский. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2013. — 320 с. — ISBN 978-5-9221-1499-8. — ЭР по подписке СПбГУ: <https://proxy.library.spbu.ru/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat07918a&AN=spsu.lanbook59666&lang=ru&site=eds-live&scope=site>
5. Ковалев, В. А. Анализ текстуры трехмерных медицинских изображений / В. А. Ковалев. — Минск : Беларус. наука, 2008. — 263 с. — ISBN 978-985-08-0905-6. — ЭР по подписке СПбГУ: <https://proxy.library.spbu.ru/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat07918a&AN=spsu.ibooksruRUIBOOKbooks28720&lang=ru&site=eds-live&scope=site>

3.4.2 Перечень иных информационных источников, в том числе современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Электронные ресурсы Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ

- Сайт Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ: <http://www.library.spbu.ru/>
- Электронный каталог Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ: http://www.library.spbu.ru/cgi-bin/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS
- Перечень электронных ресурсов, находящихся в доступе СПбГУ: <http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/>
- Перечень ЭБС, на платформах которых представлены российские учебники, находящиеся в доступе СПбГУ: http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?name=rures&resource_type=8
- Математика: тематическая рубрика <http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=1>
- Информатика: тематическая рубрика <http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=93>

Раздел 4. Разработчики программы

Фамилия, имя, отчество	Учёная степень	Учёное звание	Должность	Контактная информация
Абрамов Максим Викторович	к.т.н.		доцент	m.abramov@spbu.ru mva@dscs.pro +7(981) 680-99-29
Хлобыстова Анастасия Олеговна			ассистент	aok@dscs.pro
Бушмелёв Фёдор Витальевич				fvb@dscs.pro