**Санкт-Петербургский государственный университет**

**Р А Б О Ч А Я П Р О Г Р А М М А**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Некоторые вариационные задачи обработки изображений

Variational Problems in Image Processing

**Язык(и) обучения**

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 2

Регистрационный номер рабочей программы: 057580

**Раздел 1. Характеристики учебных занятий**

**1.1. Цели и задачи учебных занятий**

Задача курса – познакомить слушателей с наиболее характерными современными оптимизационными моделями, применяемыми в задачах обработки изображений, таких как задачи фильтрации «шумов» и сегментации изображений. Одной из наиболее популярных является модель, предложенная D.Mumford'ом и J.Shah в 1989 г. и нашедшая чрезвычайно широкое применение для обработки изображений. Впоследствии были предложены и многие другие вариационные модели для построения фильтров и выделения объектов на снимке (функционал Blake-Zisserman и другие).

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

Владение курсом «Математический анализ», «Функциональный анализ», «Уравнения математической физики», «Дифференциальная геометрия», «Топология».

**1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)**

Обучающийся должен овладеть теоретическим материалом в объеме, предусмотренном программой, уметь применять полученные знания при решении теоретических и прикладных задач; уяснить логику и технику построения математической теории как фундамента самостоятельных научных исследований.

**1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий**

Аудиторная учебная работа: практические занятия, консультации, зачет.  
Самостоятельная работа с использованием методических материалов: индивидуальная работа с рекомендованной основной и дополнительной литературой.

**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  форм учебных занятий | Трудоёмкость |
| лекции | семинары | консультации | практические  занятия | лабораторные работы | контрольные работы | коллоквиумы | текущий контроль | промежуточная  аттестация | итоговая аттестация | под руководством преподавателя | в присутствии  преподавателя | сам. раб. с использованием  методических материалов | текущий контроль (сам.раб.) | промежуточная аттестация (сам.раб.) | итоговая аттестация  (сам.раб.) |
| ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Форма обучения: очная | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Семестр 8 |  |  |  | 22 |  |  |  |  | 2 |  |  |  | 44 |  | 4 |  | 20 | 2 |
|  |  |  |  | 10-25 |  |  |  |  | 10-25 |  |  |  | 1-1 |  | 1-1 |  |  |  |
| ИТОГО |  |  |  | 22 |  |  |  |  | 2 |  |  |  | 44 |  | 4 |  |  | 2 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 8 |  |  | зачёт, устно, традиционная форма | по графику промежуточной аттестации |  |  |

**2.2. Структура и содержание учебных занятий**

**Период обучения (модуль): Семестр 8**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование темы (раздела, части) | Вид учебных занятий | Количество часов |
| 1 | Функционал Mumford'а-Shah. | Семинары |  |
| практические занятия | 5 |
| в присутствии преподавателя |  |
| по методическим материалам | 6 |
| 2 | Функции ограниченной вариации и их свойства. | Семинары |  |
| практические занятия | 5 |
| в присутствии преподавателя |  |
| по методическим материалам | 8 |
| 3 | Вариационные фильтры. Аппроксимация функционалов периметра и Mumford'а-Shah. | Семинары |  |
| практические занятия | 5 |
| в присутствии преподавателя |  |
| по методическим материалам | 5 |
| 4 | Ослабленная задача Mumford'а-Shah в классе SBV | Семинары |  |
| практические занятия | 5 |
| в присутствии преподавателя |  |
| по методическим материалам | 8 |
| 5 | Задача Blake-Zisserman. (факультативно) | Семинары | 5 |
| практические занятия |  |
| в присутствии преподавателя |  |
| по методическим материалам | 6 |
| 6 | Реализация алгоритмов решения задачи Mumford'а-Shah или Blake-Zisserman (факультативно) | Семинары |  |
| практические занятия | 5 |
| в присутствии преподавателя |  |
| по методическим материалам | 5 |
| 8 | Экзамен | промежуточная аттестация (ауд) | 2 |
|  | промежуточная аттестация (с.р.) | 28 |
|  |  |  |
|  |  |  |

**Раздел 1**: Функционал Mumford'а-Shah. Существование минимайзеров в предположении конечного числа сегментов со связными границами. Метрика Хаусдорфа, теоремы Blaschke и Golab'а. Основные факты о минимайзерах: теория Bonnet.

**Раздел 2**: Функции ограниченной вариации и их свойства. Множества конечного периметра, определение и структура границы в смысле теории меры. Множество специальных функций ограниченной вариации SBV.

**Раздел 3**: Вариационные фильтры. Аппроксимация функционала периметра. Г-сходимость. Аппроксимационные функциналы Modica-Mortola, Ambrosio-Tortorelli. Нелокальная аппроксимация.

**Раздел 4:** Постановка ослабленной задачи Mumford'а-Shah в классе SBV, существование решений. Решение исходной задачи. Связность множеств в смысле теории меры. Основные факты о регулярности решений.

**Раздел 5 (факультативно):** Задача Blake-Zisserman. Теория существования решений и численная реализация.

**Раздел 6 (факультативно):** Как реализовать алгоритм решения задачи Mumford'а-Shah или Blake-Zisserman. Различные аппроксимации функционалов (типа Modica-Mortola, Ambrosio-Tortorelli или нелокальные функционалы)

**Раздел 3. Обеспечение учебных занятий**

**3.1. Методическое обеспечение**

**3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины**

По курсу предусмотрено проведение семинарских занятий, которые проводят опытные преподаватели, как правило, с большим стажем работы.   
Все учащиеся должны быть обеспечены учебниками, рекомендованными по курсу.  
Учащиеся должны посещать занятия, выполнять задания преподавателя.   
Обучающемуся необходимо знать содержание семинарских занятий, уметь формулировать определения основных понятий и утверждений, уметь применять методы и доказательства теорем при решении конкретных задач по программе курса.

**3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы**

При самостоятельном выполнении домашних, индивидуальных и контрольных заданий целесообразно использовать рекомендованные учебники и задачники, а также дополнительную литературу.

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

По дисциплине в течение семестра проводится зачет.

Зачёт проводится в устной или форме. Зачёт выставляется по результатам реферата и доклада по нему по выданным темам, связанным с математическими методами обработки изображений и видеоинформации.

В случае дистанционного проведения зачёта при подготовке к нему и ответе на поставленные на вопросы по материалу докалада используется программа ZOOM или аналогичные средства организации онлайн конференций.

**Критерий выставления оценки**

Оценка ECTS «A» ставится за правильные и полные реферат и доклад по нему, с правильными и полными ответами на все вопросы по докладу.

Оценка ECTS «B» ставится за правильные и полные реферат и доклад по нему,с неполными или частично неправильными ответами на все вопросы по докладу, в случае если по доклад и ответы на вопросы позволяют считать, что студент полностью владеет материалом.

Оценка ECTS «C» ставится за правильные и полные реферат и доклад по нему, если по доклад и ответы на вопросы позволяют считать, что студент в основном владеет материалом.

Оценка ECTS «D» ставится, если реферат и доклад по нему не дают основания считать, что студент в основном владеет материалом, но при этом дает удовлетворительные ответы на любые базовые вопросы по курсу.

Оценка ECTS «E» ставится, если не выполняются условия получения оценки «D», при этом студент дает удовлетворительные ответы на некоторые основные вопросы по курсу, но может допустить грубые ошибки (не более двух).

Во всех случаях ставится зачет.

Оценка ECTS «F» и незачет ставится, если не выполняются условия для получения оценки ECTS «E».

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

Список вопросов к зачету по периоду обучения в 8 семестре:

1. Постановка задачи Mumford'а-Shah.
2. Теорема Блашке, теорема Голаба и их модификации.
3. Существование минимайзеров функционала Mumford'а-Shah в предположении конечного числа сегментов со связными границами.
4. Функции ограниченной вариации и их свойства.
5. Множества конечного периметра, определение и структура границы в смысле теории меры.
6. Множество специальных функций ограниченной вариации SBV.
7. Г-аппроксимация функционала периметра.
8. Аппроксимационный функцинал Modica-Mortola.
9. Аппроксимационный функцинал Modica-Mortola.
10. Нелокальная аппроксимация функционала Mumford'а-Shah.
11. Постановка ослабленной задачи Mumford'а-Shah в классе SBV,
12. Теорема о компактоности для класса SBV.
13. Cуществование решений ослабленной задачи Mumford'а-Shah в классе SBV.
14. Решение исходной задачи Mumford'а-Shah с помощью решения ослабленной задачи.
15. Регулярность решений задачи Mumford'а-Shah.
16. Задача Blake-Zisserman. Теория существования решений и численная реализация.

**3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса**

Примерная анкета-отзыв по преподаванию дисциплины

Просим Вас заполнить анонимную анкету-отзыв по пройденному Вами курсу. Обобщенные данные анкет будут использованы для совершенствования преподавания. По каждому вопросу проставьте соответствующие оценки по шкале от 1 до 10 баллов (обведите выбранный Вами балл). В случае необходимости впишите свои комментарии.

1. Насколько Вы удовлетворены содержанием дисциплины в целом?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Комментарий\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Насколько Вы удовлетворены формами преподавания?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Комментарий\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Как Вы оцениваете качество подготовки предложенных учебно–методических материалов?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Комментарий\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Насколько Вы удовлетворены использованием преподавателями интерактивных и активных методов обучения ?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Комментарий\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Какие из тем дисциплины Вы считаете наиболее полезными, ценными с точки зрения дальнейшего обучения и/или применения в последующей практической деятельности?
2. Что бы Вы предложили изменить в методическом и содержательном плане для совершенствования преподавания данной дисциплины?

СПАСИБО!

**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**

не требуется.

**3.3. Материально-техническое обеспечение**

**3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий**

Стандартно оборудованные лекционные аудитории, должны вмещать поток в соответствии со списком обучающихся.

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

При проведении отдельных занятий возможно использование учащимися компьютерных математических пакетов для выполнения практических заданий.

**3.3.3 Характеристики специализированного оборудования**

Не предусмотрены.

**3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения**

Не предусмотрены.

**3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов**

Мел, губки, бумага формата А4, канцелярские товары, картриджи принтеров, диски в объеме, необходимом для проведения занятий, по заявкам преподавателей.

**3.4. Информационное обеспечение**

**3.4.1 Список обязательной литературы**

**3.4.2 Список дополнительной литературы**

**3.4.3 Перечень иных информационных источников**

**Раздел 4. Разработчики программы**

Степанов Евгений Олегович, доктор физ.-мат. наук, профессор кафедры математической физики, stepanov.eugene@gmail.com