МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное**

**образовательное учреждение высшего образования**

**«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»**

|  |
| --- |
| Институт информационных технологий, математики и механики |

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума ученого совета ННГУ

протокол от

«20» апреля 2021 г. № 1

Рабочая программа дисциплины

**Вычислительная геометрия**

Уровень высшего образования

|  |
| --- |
| **Бакалавриат** |

Направление подготовки

**01.03.02 Прикладная математика и информатика**

Направленность образовательной программы

**Прикладная математика и информатика (общий профиль)**

Квалификация (степень)

**Бакалавр**

Форма обучения

**очная**

Нижний Новгород

2018

**1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП.** Курс Б1.В.ДВ.04.01

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ варианта** | **Место дисциплины в учебном плане образовательной программы** | **Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД** |
| 1 | Блок 1. Дисциплины (модули) вариативная часть | Дисциплина Б1.В.ДВ.04.01 «Вычислительная геометрия» относится к вариативной части ОПОП направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика |

«Вычислительная геометрия» относится к дисциплинам по выбору ОПОП, преподается на 3 году обучения в 5 семестре.

**Целью освоения дисциплины** является освоение алгоритмов и методов вычислительной геометрии; формирование умений и навыков в решении практических задач с использованием методов вычислительной геометрии.

**2. Планируемые результаты обучения по дисциплине,** соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

|  |  |
| --- | --- |
| *Формируемые компетенции*(код компетенции, уровень освоения – при наличии в карте компетенции) | *Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций* |
| ОПК-2: Способность приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии  (Базовый этап) | **Знание.**  *З1 (ОПК-2)* Алгоритмы построения выпуклой оболочки конечного набора точек на плоскости: Грэхема, Чена, Quickhull, динамический алгоритм Овермарса и Ван Леювена. Алгоритмы и методы построения выпуклой оболочки конечного набора точек в R3  и в пространствах произвольной размерности: алгоритм Препараты-Хонга, инкрементный алгоритм, метод “ заворачивания подарка” . Методы построения диаграммы Вороного, нахождения триангуляции Делоне. |
| ПК-1: Cпособность собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям  (Базовый этап) | **Умение.**  У1(ПК-1) анализировать сложность задач самостоятельно в простых случаях, в более трудных – искать соответствующую информацию в литературе и в сети Интернет |
| ПК-2: Способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат  (Базовый этап) | **Умение.**  У1(ПК-2) Использовать имеющиеся знания для решения практических задач вычислительной геометрии;  оценивать на практике качество используемых моделей. |

**3. Структура и содержание дисциплины** «Вычислительная геометрия»

Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, всего 72 ч., из которых 33 ч. составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (16 ч. занятий лекционного типа, 16 ч занятия практического типа, 1 час мероприятия промежуточной аттестации), 39 ч. составляет самостоятельная работа обучающегося.

**Содержание дисциплины**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *№*  *п/п* | *Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),*  *форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)* | *Семестр* | *Часов* | | | | | |
| *Всего* | *В том числе* | | | | |
| *Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы*  *из них* | | | | *Самостоятельная работа* |
| *Занятия лекционного типа* | *Занятия семинарскогосеминарского типа* |  | *Всего* |  |
| *Очная* | *Очная* | *Очная* | *Очная* |  |
| 1. | Общая характеристика задач и область применения вычислительной геометрии. Алгоритмы и методы построения выпуклой оболочки конечного набора точек на плоскости: алгоритм Грэхема, алгоритм Чена, алгоритм “быстрая оболочка” , метод “ разделяй и властвуй ”, динамический алгоритм Овермарса и Ван Леювена. | 5 | 24 | 6 | 6 | 12 | 12 |
| 2. | Алгоритмы и методы построения выпуклой оболочки конечного набора точек в R3  и в пространствах произвольной размерности: алгоритм Препараты-Хонга, инкрементный алгоритм, метод “ заворачивания подарка” | 5 | 12 | 2 | 2 | 4 | 8 |
| 3. | Алгоритмы нахождения всех пересечений множества отрезков на плоскости. | 5 | 12 | 2 | 2 | 4 | 8 |
| 4. | Триангуляция. Локализация точек на планарном разбиении. | 5 | 8 | 2 | 2 | 4 | 4 |
| 5. | Оптимальный алгоритм решения задачи линейного программирования с двумя и тремя неизвестными: алгоритм Мегиддо. | 5 | 8 | 2 | 2 | 4 | 4 |
| 6. | Диаграмма Вороного. Триангуляция Делоне | 5 | 7 | 2 | 2 | 4 | 3 |
|  | **В т.ч. текущий контроль** | 2 |  |  |  |  |  |
|  | **Промежуточная аттестация: зачет** |  |  |  |  |  |  |

**4. Образовательные технологии.**

Используются образовательные технологии в форме лекций и семинарских занятий. Семинарское занятие предполагает подготовку студентами по заданию и под руководством преподавателя доклада по заданной теме с последующим выступлением в своей группе. Семинарские занятия направлены на закрепление теоретического материала.

**5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

5.1. Виды самостоятельной работы студентов

* Изучение литературы и проработка теоретического материала лекционных занятий;
* выполнение индивидуальных заданий;
* подготовка к зачету.

5.2. Образовательные материалы для самостоятельной работы студентов.

Основная литература:

1. Шульц М.М. Аналитическая и вычислительная геометрия. – ННГУ, 2010.—125 с. (100 экз.)

**Дополнительная литература:**

1. Препарата Ф., Шеймос М. Вычислительная геометрия: введение. — Мир, 1989. — 288 с. (10 экз.)

5.3. Темы индивидуальных заданий

1. Разбиение многоугольника на монотонные многоугольники.
2. Инкрементные алгоритм нахождения выпуклой оболочки.
3. Триангуляция плоского прямолинейного графа.
4. Пересечение невыпуклых многоугольников.
5. Методы локализации точки на планарном разбиении.
6. Метод цепей.
7. Метод трапеций.
8. Задача регинального поиска
9. Метод Quickhull нахождения выпуклой оболочки в пространствах размерности>3.
10. Аппроксимация выпуклой оболочки.
11. Выпуклая оболочка простого многоугольника.
12. Диаметр выпуклого многоугольника.
13. Нахождение минимального остовного дерева.
14. Нахождение ближайшей пары точек.
15. **Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине.**

6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

***Оценка уровня формирования компетенции ОПК-2***

Уровень сформированности компетенции ОПК-2 проверяется на занятиях различных видов: на *аудиторных практических занятиях*, входе *устного зачета*. Уровню сформированности компетенции ОПК-2 дается экспертная оценка преподавателем. Оценка не исчисляется в баллах, а носит качественный характер. Уровень сформированности компетенции ОПК-2 можно охарактеризовать терминами: «недостаточный», «низкий», «умеренный», «достаточный», «высокий».

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *Показатели обучения, характеризующие ОПК-2 –Способность приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии* | *Показатели уровня формирования компетенции* | *Характеристика уровня формирования компетенции* |
| **ЗНАТЬ**  З1 (ОПК-2*)* Алгоритмы построения выпуклой оболочки конечного набора точек на плоскости: Грэхема, Чена, Quickhull, динамический алгоритм Овермарса и Ван Леювена. Алгоритмы и методы построения выпуклой оболочки конечного набора точек в R3  и в пространствах произвольной размерности: алгоритм Препараты-Хонга, инкрементный алгоритм, метод “ заворачивания подарка” . Методы построения диаграммы Вороного, нахождения триангуляции Делоне. | Отсутствие знаний базового материала, отсутствие способности решения стандартных задач. | Недостаточный. |
| Наличие грубых ошибок в основном материале, наличие грубых ошибок при решении стандартных задач. | Низкий |
| Знание основных понятий, фактов и методов, но со значительным количеством ошибок не грубого характера. | Умеренный |
| Знание основных понятий, фактов и методов предметной области с рядом погрешностей. | Достаточный |
| Знание З1 без ошибок и погрешностей. | Высокий |

***Оценка уровня формирования компетенции ПК-1***

Уровень сформированности компетенции ПК-1 проверяется на занятиях различных видов: на *аудиторных практических занятиях*, входе *устного зачета*. Уровню сформированности компетенции ПК-1 дается экспертная оценка преподавателем. Оценка не исчисляется в баллах, а носит качественный характер. Уровень сформированности компетенции ПК-1 можно охарактеризовать терминами: «недостаточный», «низкий», «умеренный», «достаточный», «высокий».

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *Показатели обучения, характеризующие ПК-1 –Cпособность собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям* | *Показатели уровня формирования компетенции* | *Характеристика уровня формирования компетенции* |
| **УМЕТЬ**  *У1(ПК-1) анализировать сложность задач самостоятельно в простых случаях, в более трудных – искать соответствующую информацию в литературе и в сети Интернет* | Полное отсутствие умений. | Недостаточный. |
| Наличие грубых ошибок при анализе сложности задач. | Низкий |
| Наличие некоторых принципиальных ошибок при анализе сложности задач. | Умеренный |
| Наличие ряда незначительных погрешностей при анализе сложности задач. | Достаточный |
| Демонстрация У1 без ошибок и погрешностей. | Высокий |

Уровень сформированности компетенции ПК-2 проверяется на занятиях различных видов: на аудиторных практических занятиях, в ходе устного зачета. Уровню сформированности компетенции ПК-2 дается экспертная оценка преподавателем. Оценка не исчисляется в баллах, а носит качественный характер. Уровень сформированностикомпетенции ПК-2 можно охарактеризовать терминами: «недостаточный», «низкий», «умеренный», «достаточный», «высокий».

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *Показатели обучения, характеризующие ПК-2 –Способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат* | *Показатели уровня формирования компетенции* | *Характеристика уровня формирования компетенции* |
| **УМЕТЬ**  *У1(ПК-2) Использовать имеющиеся знания для решения практических задач вычислительной геометрии;*  *оценивать на практике качество используемых моделей.* | Полное отсутствие умений. | Недостаточный. |
| Наличие грубых ошибок при анализе сложности задач. | Низкий |
| Наличие некоторых принципиальных ошибок при анализе сложности задач. | Умеренный |
| Наличие ряда незначительных погрешностей при анализе сложности задач. | Достаточный |
| Демонстрация У1 без ошибок и погрешностей. | Высокий |

6.2. Описание шкал оценивания

Ниже в таблице приведена шкала оценивания при промежуточной аттестации в форме зачета.

|  |  |
| --- | --- |
| **Оценка** | **Уровень подготовки** |
| Зачет | Владение компетенциями ПК-1, ПК-2, и ОПК-2 не ниже «умеренно».  Выполнены индивидуальные задания за семестр |
| Незачет | Владение одной из компетенций ПК-1, ПК-2, или ОПК-2 на недостаточном или низком уровне.  Не выполнены индивидуальные задания за семестр. |

6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине, характеризующих этапы формирования компетенций

**Технологии оценивания результатов обучения в виде знаний и отдельных владений**

- Индивидуальное собеседование по теоретическим вопросам (проводится в рамках зачета, результат оценивается по двухбалльной шкале)

**Технологии оценивания результатов обучения в виде умений**

***-*** Решение индивидуальных заданий (проводится во время практических занятий)

**Критерии и процедуры оценивания результатов обучения при проведении промежуточной аттестации в форме зачета**

Итоговая оценка уровня овладения компетенциями по дисциплине определяется в результате проведенияустного зачета и с учетом результатов выполнения индивидуальных заданий. В зависимости от показанного студентом при ответе вопросы уровня формирования компетенций ОПК-2, ПК-1, ПК-2, выставляется зачет, что соответствует уровню формирования компетенций - умеренный, достаточный, высокий и незачет - недостаточный или низкий.

6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенций.

**Типовые вопросы для текущего контроля успеваемостидля оценки уровня сформированности компетенций ОПК-2,ПК-1,ПК-2**

1. Алгоритм Грэхема. Доказательство корректности.
2. Алгоритм Чена. Доказательство корректности. Верхняя оценка трудоемкости.
3. Алгоритм Овермарса. Описание структуры данных. Доказательство корректности. Верхняя оценка трудоемкости.
4. Алгоритм Мегиддо. Доказательство корректности. Верхняя оценка трудоемкости.
5. Пересечение отрезков. Структура данных. Метод заметания. Оценка трудоемкости.
6. Локализация точки на планарном разбиении. Метод Киркпатрика.
7. Инкрементный алгоритм нахождения выпуклой оболочки в трехмерном пространстве. Доказательство корректности. Оценка трудоемкости.
8. Метод нахождения диаграммы Вороного.
9. Построение триангуляции Делоне.
10. Связь триангуляции Делоне и диаграммы Вороного.

**Примеры заданий, используемых при проведении текущего (контрольные работы) и итогового (зачет) контроля успеваемости для оценивания результатов формирования компетенций ПК-1,ПК-2.**

1. Вывести оценку трудоемкости алгоритма “быстрая оболочка”.

2. Описать структуру данных в алгоритме Овермарса и Ван Леювена.

3. Идея алгоритма Препараты-Хонга.

4. Метод заметания для разбиения простого многоугольника на монотонные многоугольники.

5.Оценить долю удаляемых ограничений на каждом этапе алгоритма Мегиддо.

**6.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.**

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ от 13.02.2014.

<http://www.unn.ru/pages/general/norm-acts/attest_stud%202014.pdf>

Положение о фонде оценочных средств, утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 №247-ОД.

**7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

а) Основная литература:

1. Шульц М.М. Аналитическая и вычислительная геометрия. – ННГУ, 2010.—125 с.(100 экз.)
2. С.Копелиович, С.Мельников, О.Пестов. Базовые и "продвинутые" алгоритмы для школьников (<http://www.intuit.ru/studies/courses/998/312/info>)

б) Дополнительная литература:

1. Палий, И. А. Линейное программирование : учебное пособие для академического бакалавриата / И. А. Палий. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 175 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-04716-5. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/327FEF01-D1E7-41D5-BF05-4DB367826557](http://www.biblio-online.ru/book/327FEF01-D1E7-41D5-BF05-4DB367826557).

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. [www.cgal.org/](http://www.cgal.org/)
2. <http://www.algorithmic-solutions.com/leda/resources/index.htm>

**8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Имеются в наличии учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа (компьютерный класс), промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет»и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ННГУ. Учебная компьютерная лаборатория. Наличие рекомендованной литературы.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»

Автор к.ф.-м.н., доц. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Веселов С.И.

Рецензент: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Зав кафедрой АГиДМ, д.ф.м.н., проф. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Кузнецов М.И.

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики

от 24.02.2021 года, протокол № 5.