МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное**

**образовательное учреждение высшего образования**

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

Институт информационных технологий, математики и механики

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Гергель В.П.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| « |  | » |  | 2017 г. |

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

**Критические точки гладких отображений**

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

**бакалавриат**

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

**01.03.02 Прикладная математика и информатика**

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

**Математическое моделирование и вычислительная математика**

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Квалификация (степень)

**бакалавр**

(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения

**очная**

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2017г.

1. **Место и цели дисциплины (модуля) в структуре ОПОП**

Дисциплина «Критические точки гладких отображений» является дисциплиной по выбору вариативной части блока Б1 ОПОП. Дисциплина «Критические точки гладких отображений» читается на 3-м курсе программы бакалавриата, в 6-м семестре.

Изучение дисциплины «Критические точки гладких отображений» основывается на курсах «Дифференциальные уравнения», «Функциональный анализ», «Уравнения математической физики», «Теория устойчивости», «Теория колебаний».

*Процесс изучения дисциплины направлен на формирование* способности решать задачи производственной и технологической деятельности на профессиональном уровне, включая: разработку математических моделей технических систем с их последующим исследованием с помощью аналитических и численных методов; способности применять в профессиональной деятельности современные методы исследования технических систем.

*В результате освоения дисциплины обучающийся должен* знать методологию решения научных и практических задач, уметь применять на практике технологии разработки математических моделей и владеть навыками решения научных и практических задач.

Целями освоения дисциплины являются:

Познакомить с основами теории критических точек гладких отображений. Ставится задача развития в студентах навыков к самостоятельным исследованиям и применении теории к задачам механики конструкций, оптики, экономики и ядерной энергетики.

1. **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), 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-1 готовность использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, линейной алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, дискретной математики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики, механики сплошной среды, теории управления и оптимизации в будущей профессиональной деятельности | У1 (ОПК-1) Уметь использовать фундаментальные знания в области дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, теоретической и прикладной механики  З1 (ОПК-1) Знать фундаментальные понятия, подходы, законы, уравнения, модели и методы в области дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, теоретической и прикладной механики  В1 (ОПК-1) Владеть фундаментальными знаниями в области дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, теоретической и прикладной механики |
| ПК-2 способность к самостоятельному анализу физических аспектов в классических постановках математических задач и задач механики | У2 (ПК-2) Уметь самостоятельно анализировать физические аспекты в классических постановках задач механики  З2 (ПК-2) Знать физические аспекты в классических постановках задач механики  В2 (ПК-2) Владеть общими подходами и приёмами анализа физических аспектов в классических постановках задач механики |

1. **Структура и содержание дисциплины (модуля)**

Объем дисциплины (модуля) составляет 4 зачетные единицы, всего 144 часа, из которых 32 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (16 часов занятия лекционного типа, 16 часов занятия семинарского типа (семинары, научно-практические занятия, лабораторные работы и т.п.)), 112 часов составляет самостоятельная работа обучающегося (в т.ч. 45 часов – подготовка к экзамену).

Содержание дисциплины (модуля)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),**  **форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)** | **Всего**  **(часы)** | | | В том числе | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы**  из них | | | | | | | | | | | | | | | | **Самостоятельная работа обучающегося, часы** | | | |
| **Занятия лекционного типа** | | | | **Занятия семинарского типа** | | | **Занятия лабораторного типа** | | | **Консультации** | | | **Всего** | | |
| Очная | Очно-заочная | Заочная | | Очная | Очно-заочная | Заочная | Очная | Очно-заочная | Заочная | Очная | Очно-заочная | Заочная | Очная | Очно-заочная | Заочная | Очная | Очно-заочная | Заочная | Очная | Очно-заочная | Заочная | |
| Критические точки функции многих переменных и начало их классификации. | 8 |  |  | | 2 |  |  | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  | 4 |  |  | 4 |  | |  | |
| Структурная устойчивость. | 14 |  |  | | 2 |  |  | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  | 4 |  |  | 6 |  | |  | |
| Семь элементарных катастроф. | 14 |  |  | | 2 |  |  | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  | 4 |  |  | 6 |  | |  | |
| Теорема Уитни, сборка Уитни. | 12 |  |  | | 4 |  |  | 4 |  |  |  |  |  |  |  |  | 8 |  |  | 6 |  | |  | |
| Классы ΣI | 6 |  |  | | 2 |  |  | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  | 4 |  |  | 6 |  | |  | |
| Устойчивость и инфинитизимальная устойчивость. | 8 |  |  | | 2 |  |  | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  | 4 |  |  | 6 |  | |  | |
| Приложения теории. | 10 |  |  | | 2 |  |  | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  | 4 |  |  | 6 |  | |  | |
| Катастрофы в ядерной энергетике. | 10 |  |  | | 2 |  |  | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  | 4 |  |  | 6 |  | |  | |
| **Аттестация: экзамен** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

1. Критические точки функции многих переменных и начало их классификации. Квадратичные формы, лемма Морса, лемма расщепления, кубические формы от двух переменных.

*Примеры практических занятий.* Провести классификацию квадратичных форм по рангу и сигнатуре от функции двух переменных.

2. Структурная устойчивость. Конечная определенность функций. Диаграмма Ньютона. Универсальные деформации.

*Примеры практических занятий.* Примеры построения диаграммы Ньютона для различных функций двух переменных.

3. Семь элементарных катастроф. Складка, сборка, ласточкин хвост, катастрофа бабочка, эллиптическая омбилика, гиперболическая и параболическая омбилики.

*Примеры практических занятий.* Бифуркационные диаграммы ядерных реакторов.

4. Теорема Уитни, сборка Уитни. Поле ядер производной на примере складки и сборки. Особенности отображений двухмерных многообразий в трехмерные.

*Примеры практических занятий.* Провести графическое построение сборки Уитни и найти матрицу производных.

5. Классы ΣI. Вводится определение класса ΣI, проводится классификация функций по рангам первого дифференциала и его сужений на подмногообразия его особенностей.

*Примеры практических занятий.* Установить связь между рангом первого дифференциала и обобщенным отображением Уитни.

6. Устойчивость и инфинитизимальная устойчивость. Универсальные деформации.

*Примеры практических занятий.* Стержни под нагрузкой.

7. Приложения теории. Примеры катастроф в оптике и экономике

*Примеры практических занятий.* Исследовать отражение солнечных лучей от внутренности стакана. Найти положение каустики.

1. **Образовательные технологии**

В соответствии с рабочей программой и тематическим планом изучение дисциплины проходит в виде аудиторной и самостоятельной работы студентов: лекции, практические занятия, зачет. Из традиционных методов преподавания используется: лекция по теме. Из методов преподавания на занятиях семинарского типа используются: обсуждения различных точек зрения по некоторым темам и проблемам, дискуссии по спорным вопросам. В течение семестра студенты самостоятельно и на занятиях семинарского типа решают задачи, указанные преподавателем, и выполняют контрольные работы.

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

В соответствии с рабочей программой и тематическим планом изучение дисциплины проходит в виде аудиторной и самостоятельной работы студентов. На практических занятиях контроль осуществляется при проверке домашних заданий.

Самостоятельная работа студента включает в себя изучение литературы и решение задач по темам модуля.

В качестве задания на зачет студенту предлагается решить задачу из указанного раздела.

1. **Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю**)

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

Дисциплина направлена на развитие следующих компетенций:

*ОПК-1*: Готовность использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, линейной алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений в частных производных, дискретной математики, теории вероятности, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики, механики сплошных сред, теории управления и оптимизации в будущей профессиональной деятельности.

*ПК-2*: Способность к самостоятельному анализу физических аспектов в классических постановках математических задач и задач механики.

*ОПК-1*: Готовность использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, линейной алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, дискретной математики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики, механики сплошной среды, теории управления и оптимизации в будущей профессиональной деятельности

| **Планируемые результаты  обучения**  (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | **Критерии оценивания результатов обучения** | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| неудовлетворительно | удовлетворительно | хорошо | отлично |
| незачтено | зачтено | | |
| ЗНАТЬ: фундаментальные понятия, подходы, законы, уравнения, модели и методы в области дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, теоретической и прикладной механики | Отсутствие знаний или фрагментарное знание фундаментальных понятий, подходов, законов, уравнений, моделей и методов в области дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, теоретической и прикладной механики | В целом успешное, но не систематическое знание фундаментальных понятий, подходов, законов, уравнений, моделей и методов в области дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, теоретической и прикладной механики | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы знание фундаментальных понятий, подходов, законов, уравнений, моделей и методов в области дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, теоретической и прикладной механики | Успешное и систематическое знание фундаментальных понятий, подходов, законов, уравнений, моделей и методов в области дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, теоретической и прикладной механики |
| УМЕТЬ: использовать фундаментальные знания в области дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, теоретической и прикладной механики | Отсутствие умений или частично освоенное умение использовать фундаментальные знания в области дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, теоретической и прикладной механики | В целом успешное, но не систематически освоенное умение использовать фундаментальные знания в области дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, теоретической и прикладной механики | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение использовать фундаментальные знания в области дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, теоретической и прикладной механики | Сформированное умение использовать фундаментальные знания в области дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, теоретической и прикладной механики |
| ВЛАДЕТЬ: фундаментальными знаниями в области дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, теоретической и прикладной механики | Отсутствие или фрагментарные навыки владения фундаментальными знаниями в области дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, теоретической и прикладной механики | Общие, но не структурированные навыки владения фундаментальными знаниями в областидифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, теоретической и прикладной механики | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы навыки владения фундаментальными знаниями в областидифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, теоретической и прикладной механики | Сформированные систематические навыки владения фундаментальными знаниями в области дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных,теоретической и прикладной механики |

*ПК-2*: Способность к самостоятельному анализу физических аспектов в классических постановках математических задач и задач механики

| **Планируемые результаты  обучения**  (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | **Критерии оценивания результатов обучения** | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| неудовлетворительно | удовлетворительно | хорошо | отлично |
| незачтено | зачтено | | |
| ЗНАТЬ: физические аспекты в классических постановках задач механики | Отсутствие знаний или фрагментарное знание физических аспектов в классических постановках задач механики | В целом успешное, но не систематическое знание физических аспектов в классических постановках задач механики | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы знание физических аспектов в классических постановках задач механики | Успешное и систематическое знание физических аспектов в классических постановках задач механики |
| УМЕТЬ: самостоятельно анализировать физические аспекты в классических постановках задач механики | Отсутствие умений или частично освоенное умение самостоятельно анализировать физические аспекты в классических постановках задач механики | В целом успешное, но не систематически освоенное умение самостоятельно анализировать физические аспекты в классических постановках задач механики | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение самостоятельно анализировать физические аспекты в классических постановках задач механики | Сформированное умение самостоятельно анализировать физические аспекты в классических постановках задач механики |
| ВЛАДЕТЬ: общими подходами и приёмами анализа физических аспектов в классических постановках задач механики | Отсутствие или фрагментарные владения общими подходами и приёмами анализа физических аспектов в классических постановках задач механики | Общие, но не структурированные владения общими подходами и приёмами анализа физических аспектов в классических постановках задач механики | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы навыков владения общими подходами и приёмами анализа физических аспектов в классических постановках задач механики | Сформированные систематические владения общими подходами и приёмами анализа физических аспектов в классических постановках задач механики |

Описание шкал оценивания

Контрольные работы оцениваются по пятибалльной системе. Экзамен оценивается по классической системе.

| **Шкала оценок в соответствии со стандартом** | **Шкала оценок, рекомендованная к использованию в ННГУ** | **Описание оценки** |
| --- | --- | --- |
| Отлично | Превосходно | Отличная подготовка. Студент самостоятельно решает задачу, отвечает полностью на вопросы билета и дополнительные вопросы (задания), выходящие за рамки изученного объема курса и изученных алгоритмов и подходов, проявляя инициативу и творческое мышление. |
| Отлично | Отличная подготовка. Студент отвечает полностью на вопросы билета, самостоятельно решает задачу в рамках изученных алгоритмов и подходов. При ответе на дополнительные вопросы (задания) допускаются незначительные неточности. |
| Хорошо | Очень хорошо | Хорошая подготовка. Студент показывает хороший уровень знания вопросов билета, самостоятельно решает задачу и отвечает на вопросы (задания) преподавателя с небольшими неточностями. |
| Хорошо | Хорошая подготовка. Студент показывает средний уровень знания вопросов билета, решает задачу с наводящими вопросами преподавателя и отвечает на некоторые дополнительные вопросы преподавателя (в рамках билета). |
| Удовлетворительно | Удовлетворительно | Удовлетворительная подготовка. Студент показывает удовлетворительное знание вопросов билета и знание базовых понятий, может решить типовую задачу с помощью преподавателя. |
| Неудовлетворительно | Неудовлетворительно | Студент показывает неудовлетворительное знание вопросов билета, основ курса и базовых понятий. |
| Плохо | Студент показывает полное незнание вопросов билета, основ курса и базовых понятий. |

Основные темы контрольных работ:

1. Построения диаграммы Ньютона для различных функций двух переменных.
2. Графическое построение сборки Уитни и найти матрицу производных.
3. Устойчивость стержней под нагрузкой.

Основные вопросы, выносимые на экзамен:

1. Квадратичные формы
2. Лемма Морса
3. Лемма расщепления
4. Кубические формы от двух переменных
5. Структурная устойчивость.
6. Конечная определенность функций.
7. Диаграмма Ньютона.
8. Семь элементарных катастроф: складка, сборка, ласточкин хвост, катастрофа бабочка, эллиптическая омбилика, гиперболическая и параболическая омбилики.
9. Теорема Уитни, сборка Уитни.
10. Поле ядер производной на примере складки и сборки.
11. Особенности отображений двухмерных многообразий в трехмерные.
12. Классы ΣI.
13. Классификация функций по рангам первого дифференциала и его сужений на подмногообразия его особенностей.
14. Устойчивость и инфинитизимальная устойчивость.
15. Универсальные деформации.

**7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) «Прикладная теория групп»**

а) основная литература:

1. Арнольд В.И. Теория катастроф. М.: Наука, 1990
2. Тимошенко С.П. Устойчивость упругих систем. М.: Гостехиздат, 1946
3. Сабаев Е.Ф. Некоторые вопросы нелинейной динамики реакторов. / под ред. Шевелева Я.В. М.: Атомиздат 1990, с. 122-166.

б) дополнительная литература:

1. Постон Т., Стьарт И. Теория катастроф и ее приложения. М.: Мир, 1980
2. Арнольд В.И., Варченко А.Н., Гусейн-Заде С.М. Особенности дифференцируемых отображений. М.: Наука, 1982.
3. Mitenkov F.M., Sabaev Ye.F. Bifurcation diagrams of NPPs in investigation of safety problems. Dynamics of system. 1993. p. 87-92.
4. Романенко В.С. Некоторые вопросы физики РБМК. Вопросы атомной науки и техники. Сер. Физика и техника ядерных реакторов. 1981, вып. 5(18), с.8-20
5. **Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения лекций и практических занятий.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций ОПОП ВО по направлению 01.03.02 Прикладная математика и информатика (профиль «Математическое моделирование и вычислительная математика»).

Автор (ы): доц. каф. ТЭКМ ИИТММ Сабаева Т.А.

Рецензент (ы): \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой: д.ф.-м.н., проф. Игумнов. Л.А.

Программа одобрена на заседании методической комиссии ИИТММ от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_\_\_\_.