**Приложение 2**

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 |

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО

решением ученого совета ННГУ

протокол от

«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_

**Рабочая программа дисциплины**

|  |
| --- |
| **КОНЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ** |

*(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

|  |
| --- |
| **Системный анализ, исследование операций и управление** |

*(указывается профиль / магистерская программа / специализация)*

Форма обучения

|  |
| --- |
| **Очно-заочная** |

*(очная / очно-заочная / заочная)*

Нижний Новгород

2020 год

1. **Место дисциплины в структуре ООП**

Дисциплина Б1.B.01, Концепции современного естествознания относится к части ООП направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, формируемой участниками образовательных отношений.

1. **Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Формируемые компетенции** (код, содержание компетенции) | **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции** | | **Наименование оценочного средства** |
| **Индикатор достижения компетенции**\* (код, содержание индикатора) | **Результаты обучения  по дисциплине\*\*** |
| ***ПК-13.*** *Способен участвовать в исследовании математических моделей в естественных науках и технике* | ***ПК-13.1.*** *Знает методы создания, анализа и исследования математических моделей в естественных науках и технике* | ***Знать:***  *– значение и роль математического моделирования в познании окружающего мира, процессов и явлений, происходящих в нем;*  *– методы разработки и изучения математических моделей* | *Задачи* |
| ***ПК-13.3.*** *Умеет корректно использовать методы создания, анализа и исследования математических моделей, умеет применять численные и аналитические методы решения базовых математических задач и классических задач естествознания в практической деятельности* | ***Уметь:***  *– строить модели разного типа для явлений и объектов различной природы, аналогичной ранее рассмотренным;*  *– применять методы аналитического исследования моделей;*  *– выбирать и использовать численные методы исследования построенных моделей;* | *Контрольная работа* |
| ***ПК-13.4.*** *Владеет навыками использования математических методов обработки информации, полученной в результате экспериментальных исследований* | ***Владеть:***  *– общими математическими методами обработки экспериментальных данных;*  *– использованием математических пакетов для выполнения обработки первичных экспериментальных данных;*  *– навыками интерпретации результатов обработки данных экспериментов и идентификации математических моделей.* | *Собеседование* |

**3. Структура и содержание дисциплины**

**3.1. Трудоемкость дисциплины**

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Очная форма обучения** |
| **Общая трудоемкость** | **4 ЗЕТ** |
| **Часов по учебному плану** | **144** |
| **в том числе** |  |
| **аудиторные занятия (контактная работа):**  **- занятия лекционного типа**  **- занятия семинарского типа**  **- занятия лабораторного типа**  **- текущий контроль (КСР)** | **51**  **32**  **16**  **0**  **3** |
| **самостоятельная работа** | **57** |
| **Промежуточная аттестация – экзамен, зачет** | **36** |

**3.2. Содержание дисциплины**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины** | **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** | **Всего** |
| Очная | Очная | Очная | Очная | Очная | Очная |
| Раздел 1. Введение. Математическая  модель и динамические системы. Экспоненциальные процессы. | 24 | 8 | 4 | 0 | 12 | 12 |
| Раздел 2. Балансовые динамические модели. | 24 | 8 | 4 | 0 | 12 | 12 |
| Раздел 3. Линейный осциллятор. Электромеханические аналогии и уравнение Лагранжа. | 27 | 10 | 5 | 0 | 15 | 12 |
| Раздел 4. Математические модели сосуществования. | 24 | 6 | 3 | 0 | 9 | 15 |
| Текущий контроль (КСР) | 3 |  |  |  | 3 |  |
| **Промежуточная аттестация – экзамен и зачет** | 36 |  |  |  |  |  |
| Итого | **144** | **32** | **16** | **0** | **51** | **57** |

Текущий контроль успеваемости реализуется в формах опросов на занятиях семинарского типа.

Промежуточная аттестация проходит в традиционных формах (зачет, экзамен.

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

Ниже приводятся виды самостоятельной работы студентов, порядок их выполнения и контроля, приводится учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы по ее отдельным видам и разделам дисциплины.

**Виды самостоятельной работы студентов:**

* проработка теоретического материала лекционных занятий;
* подготовка домашних заданий к научно-практическим занятиям;
* подготовка к выполнению письменных контрольных работ;
* подготовка к промежуточной аттестации в форме зачета.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

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

включающий:

* 1. **Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)** | **Шкала оценивания сформированности компетенций** | | | | | | |
| **плохо** | **неудовлетворительно** | **удовлетворительно** | **хорошо** | **очень хорошо** | **отлично** | **превосходно** |
| Не зачтено | | Зачтено | | | | |
| Знания | Отсутствие знаний теоретического материала.  Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа | Уровень знаний ниже минималь­ных требований. Имели место грубые ошибки. | Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки. | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. | Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. |
| Умения | Отсутствие минималь­ных умений. Невозмож­ность оценить наличие умений вследствие отказа обучающего­ся от ответа | При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения.  Имели место грубые ошибки. | Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме. | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущест­венными недочетами, выполнены все задания в полном объеме. | Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов |
| Навыки | Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа | При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки.  Имели место грубые ошибки. | Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами. | Продемонст­рированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами | Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. | Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов. | Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач. |

**Шкала оценки при промежуточной аттестации**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Оценка** | | **Уровень подготовки** |
| зачтено | Превосходно | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно» |
| Отлично | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично» |
| Очень хорошо | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо» |
| Хорошо | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо» |
| Удовлетворительно | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно» |
| не зачтено | Неудовлетворительно | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо» |
| Плохо | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо» |

* 1. **Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения**

**5.2.1 Контрольные вопросы к экзамену**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Вопрос | Код компетенции |
|  | Понятие состояния динамической системы. | ПК-13 |
|  | Определение фазового пространства. | ПК-13 |
|  | Свойства оператора динамической системы. | ПК-13 |
|  | Что составляет модель динамической системы. | ПК-13 |
|  | Фазовая траектория. Понятие фазового портрета. | ПК-13 |
|  | Бифуркационные значения параметров. | ПК-13 |
|  | Параметрический портрет. | ПК-13 |
|  | Что такое состояние равновесия динамической системы. Способ отыскания. | ПК-13 |
|  | Что такое линеаризация правых частей дифференциальных уравнений dx/dt=P(x,y), dy/dt =Q(x,y) | ПК-13 |
|  | Типы состояний равновесия системы дифференциальных уравнений dx/dt =P(x,y) dy/dt =Q(x,y) с аналитическими правыми частями. | ПК-13 |
|  | Что такое предельный цикл (устойчивый/неустойчивый). Метод отыскания, роль в фазовом пространстве. | ПК-13 |
|  | Метод отыскания предельного цикла. Какие изменения динамической системы отвечают устойчивому предельному циклу. | ПК-13 |
|  | Могут ли быть реализованы изменения состояния динамической системы, отвечающие неустойчивому предельному циклу? Его роль в фазовом пространстве. | ПК-13 |
|  | Метод точечных отображений. Секущая Пуанкаре. | ПК-13 |
|  | Секущая Пуанкаре. Функция проследования. | ПК-13 |
|  | Функция проследования. Диаграмма Кёнигса-Ламерея. | ПК-13 |
|  | Неподвижная точка точечного отображения. Устойчивость (неустойчивость) неподвижной точки. | ПК-13 |
|  | Устойчивость (неустойчивость) неподвижной точки точечного отображения прямой в прямую. | ПК-13 |
|  | Фазовая траектория, отвечающая устойчивой (неустойчивой) неподвижной точке отображения секущей Пуанкаре в себя. | ПК-13 |
|  | Диаграмма Кёнигса-Ламерея в случае параметрического задания функции последования. | ПК-13 |
|  | Множество состояний и фазовое пространство динамической системы, описывающей плоские колебания физического маятника. | ПК-13 |
|  | Математическая модель сосуществования видов. | ПК-13 |
|  | Математическая модель лампового генератора с неоновой лампочкой. | ПК-13 |
|  | Математическая модель автомата (детерминированного, стохастического). | ПК-13 |
|  | Автомат с линейной тактикой (детерминированный, стохастический) | ПК-13 |
|  | Математическая модель автомата в среде | ПК-13 |
|  | Математическая модель игры автоматов | ПК-13 |
|  | Автономный стохастический автомат как марковская система. Эргодичность марковских систем | ПК-13 |
|  | Математическая модель двухпозиционного авторулевого. | ПК-13 |
|  | Математическая модель эволюции генотипа. | ПК-13 |
|  | Математическая модель перекрестка | ПК-13 |
|  | Условия возникновения стохастических колебаний в RLC контуре. | ПК-13 |
|  | Математическая модель часов с одним ударом за период. | ПК-13 |

**5.2.2. Вопросы к зачёту по дисциплине «Концепции современного естествознания»**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Вопрос | Код компетенции (согласно РПД) |
|  | Понятие состояния динамической системы**.** | ПК-13 |
|  | Определение фазового пространства. | ПК-13 |
|  | Оператора динамической системы. | ПК-13 |
|  | Модель динамической системы. | ПК-13 |
|  | Понятие фазового портрета и | ПК-13 |
|  | Параметрический портрет. | ПК-13 |
|  | Состояние равновесия динамической системы. | ПК-13 |
|  | Понятие предельного цикла и методы отыскания | ПК-13 |
|  | Метод точечных отображений. | ПК-13 |
|  | Неподвижная точка точечного отображения. Устойчивость (неустойчивость) неподвижной точки. | ПК-13 |
|  | Фазовая траектория, отвечающая устойчивой (неустойчивой) неподвижной точке отображения. | ПК-13 |
|  | Множество состояний и фазовое пространство динамической системы для плоских колебаний физического маятника. | ПК-13 |
|  | Математическая модель сосуществования видов. | ПК-13 |
|  | Математическая модель лампового генератора с неоновой лампочкой. | ПК-13 |
|  | Математическая модель автомата (детерминированного, стохастического). | ПК-13 |
|  | Автомат с линейной тактикой (детерминированный, стохастический) | ПК-13 |
|  | Математическая модель автомата в среде и игры автоматов. | ПК-13 |
|  | Математическая модель двухпозиционного авторулевого. | ПК-13 |
|  | Математическая модель эволюции генотипа. | ПК-13 |
|  | Математическая модель перекрестка | ПК-13 |
|  | Математическая модель часов с одним ударом за период. | ПК-13 |

**5.2.3. Типовые вопросы собеседования для оценки компетенции «ПК-13»**

1. Понятие математической модели
2. Основные принципы построения математических моделей
3. Понятия динамической системы, ее состояния и оператора, фазового пространства, фазовой траектории, фазового портрета, состояния равновесия, предельного цикла, бифуркаций
4. Аналитические и качественные методы построения фазового портрета
5. Понятие о дискретных и распределенных динамических системах
6. Основные дискретные математические модели механики, электродинамики, биологии, экологии, химии
7. Понятие об электромеханических аналогиях
8. Понятие об уравнениях Лагранжа – Максвелла и о моделях в форме вариационных принципов (на примере принципа наименьшего действия по Гамильтону)

**5.2.4. Типовые задачи контрольной работы для оценки компетенции «ПК-13»**

**Вариант №1**

1. В прямоугольный бак размером поступает 4 литра воды в секунду. В дне имеется отверстие площадью . За какое время наполнится бак?

2. На вращающейся с постоянной угловой скоростью вокруг вертикальной оси кривой в поле силы тяжести находится материальная точка. Написать математическую модель движения точки, построить фазовый портрет и дать ему динамическую интерпретацию.

**Вариант №2**

1. В бак сечением поступает вода интенсивностью . Через отверстие в дне эффективным сечением она поступает во второй бак емкостью . Когда наполнится второй бак, если вначале первый бак был полным, а второй пустым.

2. На вращающейся с постоянной угловой скоростью вокруг вертикальной оси кривой в поле силы тяжести находится материальная точка. Написать математическую модель движения точки, построить фазовый портрет и дать ему динамическую интерпретацию.

**Вариант №3**

1. Вода из первого бака размерами через отверстие в дне эффективным сечением поступает во второй бак тех же размеров и с дыркой в дне с эффективным сечением . Когда количество воды во втором баке будет максимальным?

2. На вращающейся с постоянной угловой скоростью вокруг вертикальной оси кривой в поле силы тяжести находится материальная точка. Написать математическую модель движения точки, построить фазовый портрет и дать ему динамическую интерпретацию.

**Вариант №4**

1. Два парашютиста прыгают с высоты 1,5 км один за другим с интервалом времени 3 минуты. Первый сразу раскрывает парашют, а второй – лишь на высоте 0,5 км от земли. Который из них приземлится первым, если предельная скорость падения без парашюта равна 50 м/сек, а с парашютом 5 м/сек?

2. Воронка имеет форму конуса радиуса и высоты , обращенного вершиной вниз. За какое время вытечет вся вода из воронки через круглое отверстие радиуса 2 см, сделанное в вершине конуса?



**Вариант №5**

1. В баке находится 100 литров раствора, содержащего 10 кг соли. В бак вливается 5 литров чистой воды в минуту и смесь с той же скоростью вытекает во второй бак вместимостью 100 литров, заполненный чистой водой. Избыток жидкости из него вытекает с той же скоростью 5 литров в минуту в третий бак вместимостью 100 литров, заполненный чистой водой. В баках имеет место полное перемешивание. Когда количество соли в третьем баке будет максимальным и чему оно равно?

2. В прямоугольный бак размером поступает 4 литра воды в секунду. В дне имеется отверстие площадью . За какое время наполнится бак?



**Вариант №6**

1.В сосуд, содержащий 10 литров воды, поступает со скоростью 2 литра в минуту раствор, в каждом литре которого содержится 0,3 кг соли. Поступающий раствор перемешивается с водой и смесь вытекает из сосуда с той же скоростью. Сколько соли будет в сосуде через 5 минут?

2. В бак сечением поступает вода интенсивностью . Через отверстие в дне эффективным сечением она поступает во второй бак емкостью . Когда наполнится второй бак, если вначале оба бака были пустыми.



**5.2.6. Примеры заданий (оценочных средств), выносимых на экзамен и зачет**

Задача 1. Два парашютиста прыгают с высоты 2,5 км один за другим с интервалом времени 3 минуты. Первый сразу раскрывает парашют, а второй – лишь на высоте 1,5 км от земли. Который из них приземлится первым, если предельная скорость падения без парашюта равна 50 м/сек, а с парашютом 5 м/сек?

Задача 2. Воронка имеет форму конуса радиуса и высоты , обращенного вершиной вниз. За какое время вытечет вся вода из воронки через круглое отверстие радиуса 4 см, сделанное в вершине конуса?



Задача 3. В баке находится 200 литров раствора, содержащего 20 кг соли. В бак вливается 10 литров чистой воды в минуту и смесь с той же скоростью вытекает во второй бак вместимостью 200 литров, заполненный чистой водой. Избыток жидкости из него вытекает с той же скоростью 10 литров в минуту в третий бак вместимостью 200 литров, заполненный чистой водой. В баках имеет место полное перемешивание. Когда количество соли в третьем баке будет максимальным и чему оно равно?

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

***а)*** **основная литература**:

1.Неймарк Ю.И*.* Математические модели в естествознании и технике. Учебник. Н. Новгород, Издательство Нижегородского госуниверситета им. Н.И.Лобачевского, 2004. 401 с. (161 экз.)



2. Андронов А.А., Витт А.А., Хайкин С.Э. Теория колебаний. М. 1981.-568 с. (37 экз)

3. Кузнецов Ю.А. Математические модели современного естествознания. Часть1. Н. Новгород, Издательство Нижегородского госуниверситета им. Н.И.Лобачевского, 2010.. 101 с. (40 экз.)



***б*) дополнительная литература:**

1. Неймарк Ю.И. Динамические системы и управляемые процессы. М.: Наука, 1976.- 336 с.(37 экз.)
2. Неймарк Ю.И., Коган Н.Я., Савельев В.П. «Динамические модели теории управления». М.: Наука, 1985.- 400 с. (144 экз.)

**в) Интернет ресурсы**

1. Научная электронная библиотека режим доступа <http://elibrary.ru/>

EqWorld. Мир математических уравнений. Электронный ресурс, содержащий электронные версии книг в свободном доступе: режим доступа  <http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm>

**7.Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: имеются в наличии учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Наличие рекомендованной литературы.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Автор (ы): к.ф.-м.н., доц. каф. ТУиДС \_\_\_\_\_\_\_\_\_В.П.Савельев, Т.А.Леванова

Рецензент (ы) \_\_\_\_\_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой ТУиДС, д.ф.-м.н.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Осипов Г.В.

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

от 24.02.2021 года, протокол № 5