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**

|  |
| --- |
| **Математические модели в естествознании** |

(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

2017 год

1. **Место и цели дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина «Математические модели в естествознании» относится к дисциплинам по выбору вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» ОПОП: Б1.В.ДВ.08.02. Обязательна для освоения на определенном периоде обучения – 4, 5 семестр.

**Целями освоения дисциплины являются:**

* формирование и развитие упорядоченных знания о фундаментальных понятиях и законах и методах изучения динамических систем различной природы, для понимания явлений и процессов, происходящих в природе и технике, изучение методов применения математики и механики к решению конкретных задач по исследованию различных видов движения материальных объектов
* освоение навыков практического использования методов математического моделирования динамических систем, привитие особого стиля мышления – математического моделирования;
* развитие способности к познанию и культуры мышления в целом.

Успешное изучение дисциплины необходимо также для выполнения научно-исследовательской работы, прохождения производственной практики и итоговой государственной аттестации.

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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций

ОПК-1 способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанные с прикладной математикой и информатикой;

ОПК-4 способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности;

ПК-1 способность собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям;

ПК-2 способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат.

В целом, результате освоения дисциплины, обучающийся должен получить необходимые знания, выработать умения, а при выполнении в последующем научно-исследовательской работы, прохождения производственной практики и выполнения выпускной квалификационной работы, приобрести (овладеть) необходимый опыт для полноценного формирования компетенций.

Планируемые результаты обучения представлены в нижеприведённой таблице.

|  |  |
| --- | --- |
| *ОПК-1базовый* | *У1 (ОПК-1)* *Уметь* использовать фундаментальные знания в области естествознанияв будущей профессиональной деятельности*З1 (ОПК-1) Знать* фундаментальные законы естествознания*В1 (ОПК-1). Владеть* фундаментальными знаниями в области естествознания |
| *ОПК-4базовый* | *У1 (ОПК-4) Уметь* решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий*З1 (ОПК-4) Знать* Знание методов решения стандартных задач профессиональной деятельности*В1 (ОПК-4) Владеть* методами решения стандартных задач профессиональной деятельности |
| *ПК-1базовый* | *У1 (ПК-1)* *Уметь* осознанно определять общие формы и закономерностей отдельной предметной области*З1 (ПК-1) Знать* общие формы и закономерности отдельной предметной области*В1(ПК-1). Владеть* опытом использования общих форм и закономерностей области естествознания |
| *ПК-2базовый* | *У1 (ПК-2)* *Уметь* математически корректно ставить естественнонаучные задачи и классические задачи математики и механики*З1 (ПК-2) Знать*  методы постановки естественнонаучных задач и классических задач математики и механики*В1(ПК-2). Владеть* математическими методами, применяемыми при постановке естественнонаучных задач и классических задач математики и механики |

1. **Структура и содержание дисциплины**

Объем дисциплины (модуля) составляет 7 зачетных единиц, всего 252 часа, из которых 115 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (66 часов – занятия лекционного типа, 49 часов – практические занятия), 137 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

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 | Вечерняя | Заочная | Очная | Вечерняя | Заочная | Очная | Вечерняя | Заочная | Очная | Вечерняя | Заочная | Очная | Вечерняя | Заочная | Очная | Вечерняя | Заочная | Очная | Вечерняя | Заочная |
| 1.Понятие модели. Познавательная роль модели. Математика как язык описания природы и язык точных наук. Динамическая система..Фазовое пространство, изображающая точка, фазовая траектория. Эволюционные процессы и динамические системы. Фазовый портрет.Состояния равновесия динамической системы. Аттрактор. Репеллер. | 6 |  |  | 4 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4 |  |  | 2 |  |  |
| 2. Математическое и физическое моделирование. Анализ размерностей. П- теорема. | 9 |  |  | 2 |  |  | 4 |  |  |  |  |  |  |  |  | 6 |  |  | 3 |  |  |
| 3. Детерминированные и вероятностные модели.Случайные величины. Распределение скоростей молекул в газе (распределение Максвелла). Распределение молекул газа в силовом поле (распределение Больцмана). Распределение Гиббса. Барометрическая формула. О тепловом расширении тел. Флуктуации. Среднеквадратичная и относительная флуктуации. | 12 |  |  | 4 |  |  | 4 |  |  |  |  |  |  |  |  | 8 |  |  | 4 |  |  |
| 4 . Динамические системы с дискретным временем. Диаграмма Ламерея. | 6 |  |  | 2 |  |  | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  | 4 |  |  | 2 |  |  |
| 5. Динамические системы с непрерывным временем. Экспоненциальные процессы. Экспоненциальная функция. Периоды удвоения и полураспада. Примеры экспоненциальных процессов: радиоактивный распад, процесс разряда конденсатора, торможение парашютиста, остывание тел, ослабление интенсивности излучения при прохождении через поглощающую среду. Рост народонаселения, развитие производства, экономики, науки, накопление знаний. | 12 |  |  | 4 |  |  | 4 |  |  |  |  |  |  |  |  | 8 |  |  | 4 |  |  |
| 6. Логистическая модель**.** Уравнение Ферхюльста. Примеры биологических и социальных объектов. Задача об эволюции числа рыб в водоеме в зависимости от интенсивности рыболовства. Задача о планировании с обратной связью. Модель хищник-жертва | 9 |  |  | 4 |  |  | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  | 6 |  |  | 3 |  |  |
| 7. Изолированные, закрытые открытые процессы. Термодинамическое равновесие. Неравновесное состояние. Необратимый и обратимый процессы Предмет термодинамики: классическая, линейная нелинейная термодинамика | 6 |  |  | 4 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4 |  |  | 2 |  |  |
| 8. Наука о равновесиях и равновесных процессах. Аксиомы классической термодинамики1 аксиома. Температура. Функция состояния и функция процесса. Понятия работы и теплоты.2 аксиома. Внутренняя энергия. Первое начало термодинамики.3 аксиома. Второе начало термодинамики. Энтропия. Соотношение Гиббса. Закон возрастания энтропии. Энтропия идеального газа. Статистическое толкование энтропии.4 аксиома. Третье начало термодинамики.Адиабатический и политропный процессы идеального газа. | 18 |  |  | 4 |  |  | 8 |  |  |  |  |  |  |  |  | 12 |  |  | 6 |  |  |
| 9.Аппарат классической термодинамики. Уравнения состояния. Термодинамические потенциалы. Критерии наличия равновесия и его устойчивости. | 18 |  |  | 4 |  |  | 8 |  |  |  |  |  |  |  |  | 12 |  |  | 6 |  |  |
| 10. Неравновесные процессы. Локальное термодинамическое равновесие. | 6 |  |  | 4 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4 |  |  | 2 |  |  |
| 11.Эволюционные процессы в открытых системах Самоорганизация. Диссипативные структуры ячейки Бенара, реакция Белоусова-Жаботинского.  | 6 |  |  |  |  |  | 4 |  |  |  |  |  |  |  |  | 4 |  |  | 2 |  |  |
| **Промежуточная аттестация: зачёт**выполнение тематической контрольной работы |

1. **Образовательные технологии**

В соответствии с рабочей программой и тематическим планом изучение дисциплины проходит в виде аудиторной и самостоятельной работы студентов. Используются лекции, практические занятия, тематическая контрольная работа, зачет в сочетании с различными методами обсуждения индивидуальных случаев, различных точек зрения на те ли иные проблемы, дискуссиями по спорным вопросам.

В течение семестра студенты решают задачи, указанные преподавателем. Проводятся самостоятельные, 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.

В рамках дисциплины предусмотрены следующие виды самостоятельной работы (порядок их выполнения, форма контроля):

* повторение материала, пройденного на занятиях лекционного типа (в течение всего семестра, опрос на занятиях лекционного и семинарского типа),
* самостоятельное изучение отдельных вопросов программы (1 раз в семестр, опрос на занятиях семинарского типа),
* подготовка к занятиям семинарского типа (в течение всего семестра, опрос на занятиях семинарского типа),
* подготовка к промежуточной аттестации (экзамен).
1. **Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**
	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.

Дисциплина направлена на развитие компетенций:

ОПК-1 способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанные с прикладной математикой и информатикой;

ОПК-4 способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности;

ПК-1 способность собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям;

ПК-2 способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат.

ОПК-1 способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанные с прикладной математикой и информатикой

| **Планируемые результаты обучения**\* (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | **Критерии оценивания результатов обучения** |
| --- | --- |
| неудовлетворительно | удовлетворительно | хорошо | отлично |
| незачтено | зачтено |
| ЗНАТЬ: концепции механики, математики и информатики | Отсутствие знаний или фрагментарное знание концепций механики, математики и информатики | В целом успешное, но не систематическое знание концепций механики, математики и информатики | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы знание концепций механики, математики и информатики | Успешное и систематическое знание концепций механики, математики и информатики |
| УМЕТЬ: самостоятельно разобраться с современными математическими средствами, освоить и использовать их для решения практических задач естествознания | Отсутствие умений или частично освоенное умение работать с учебной литературой по разным отраслям естествознания | В целом успешное, но не систематически освоенное умение работать с учебной литературой по разным отраслям естествознания | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение работать с учебной литературой по разным отраслям естествознания | Сформированное умение работать с учебной литературой по разным отраслям естествознания |
| ВЛАДЕТЬ: навыками самостоятельной учебно- исследовательской работы; способностью формулировать результат | Отсутствие знаний или фрагментарные навыки учебной работы; формулировать результат | Общие, но не структурированные навыки учебной работы; формулировать результат | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы навыки учебной работы; формулировать результат | Сформированные систематические навыки учебной работы; формулировать результат |

ОПК-4 способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности

| **Планируемые результаты обучения**\* (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | **Критерии оценивания результатов обучения** |
| --- | --- |
| неудовлетворительно | удовлетворительно | хорошо | отлично |
| незачтено | зачтено |
| ЗНАТЬ: основные понятия, операции и правила современного тензорного исчисления | Отсутствие знаний или фрагментарное знание основных понятий, операций и правил современного тензорного исчисления | В целом успешное, но не систематическое знание основных понятий, операций и правил современного тензорного исчисления | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы знание основных понятий, операций и правил современного тензорного исчисления | Успешное и систематическое знание основных понятий, операций и правил современного тензорного исчисления |
| УМЕТЬ: использовать на практике математический аппарат современного тензорного исчисления | Отсутствие умений или частично освоенное умение использовать на практике математический аппарат современного тензорного исчисления | В целом успешное, но не систематически освоенное умение использовать на практике математический аппарат современного тензорного исчисления | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение использовать на практике математический аппарат современного тензорного исчисления | Сформированное умение использовать на практике математический аппарат современного тензорного исчисления |
| ВЛАДЕТЬ: навыками использования на практике аппарата современного тензорного исчисления для математического и численного моделирования различных явлений механики, физики, естествознания | Отсутствие знаний или фрагментарные навыки использования на практике аппарата современного тензорного исчисления для математического и численного моделирования различных явлений механики, физики, естествознания | Общие, но не структурированные навыки использования на практике аппарата современного тензорного исчисления для математического и численного моделирования различных явлений механики, физики, естествознания | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы навыки использования на практике аппарата современного тензорного исчисления для математического и численного моделирования различных явлений механики, физики, естествознания | Сформированные систематические навыки использования на практике аппарата современного тензорного исчисления для математического и численного моделирования различных явлений механики, физики, естествознания |

ПК-1 способность собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям

| **Планируемые результаты обучения**\* (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | **Критерии оценивания результатов обучения** |
| --- | --- |
| неудовлетворительно | удовлетворительно | хорошо | отлично |
| незачтено | зачтено |
| ЗНАТЬ: постановки классических задач математики и механики с использованием тензорного исчисления | Отсутствие знаний или фрагментарное знание постановок классических задач математики и механики с использованием тензорного исчисления | В целом успешное, но не систематическое знание постановок классических задач математики и механики с использованием тензорного исчисления | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы знание постановок классических задач математики и механики с использованием тензорного исчисления | Успешное и систематическое знание постановок классических задач математики и механики с использованием тензорного исчисления |
| УМЕТЬ: использовать тензорное исчисление для математически корректных постановок естественнонаучных задач и классических задач математики и механики | Отсутствие умений или частично освоенное умение использовать тензорное исчисление для математически корректных постановок естественнонаучных задач и классических задач математики и механики | В целом успешное, но не систематически освоенное умение использовать тензорное исчисление для математически корректных постановок естественнонаучных задач и классических задач математики и механики | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение использовать о тензорное исчисление для математически корректных постановок естественнонаучных задач и классических задач математики и механики | Сформированное умение использовать тензорное исчисление для математически корректных постановок естественнонаучных задач и классических задач математики и механики |
| ВЛАДЕТЬ: методами тензорного исчисления для математического моделирования теоретических и прикладных задач | Отсутствие навыков или фрагментарные навыки использования на практике методов тензорного исчисления для математического моделирования теоретических и прикладных задач | Общие, но не структурированные навыки использования на практике методов тензорного исчисления для математического моделирования теоретических и прикладных задач | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы навыки использования на практике методов тензорного исчисления для математического моделирования теоретических и прикладных задач | Сформированные систематические навыки использования на практике методов тензорного исчисления для математического моделирования теоретических и прикладных задач |

ПК-2 способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат

| **Планируемые результаты обучения**\* (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | **Критерии оценивания результатов обучения** |
| --- | --- |
| неудовлетворительно | удовлетворительно | хорошо | отлично |
| незачтено | зачтено |
| ЗНАТЬ: концепции механики, математики и информатики | Отсутствие знаний или фрагментарное знание концепций механики, математики и информатики | В целом успешное, но не систематическое знание концепций механики, математики и информатики | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы знание концепций механики, математики и информатики | Успешное и систематическое знание концепций механики, математики и информатики |
| УМЕТЬ: самостоятельно разобраться с современными математическими средствами, освоить и использовать их для решения практических задач естествознания | Отсутствие умений или частично освоенное умение работать с учебной литературой по разным отраслям естествознания | В целом успешное, но не систематически освоенное умение работать с учебной литературой по разным отраслям естествознания | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение работать с учебной литературой по разным отраслям естествознания | Сформированное умение работать с учебной литературой по разным отраслям естествознания |
| ВЛАДЕТЬ: навыками самостоятельной учебно- исследовательской работы; способностью формулировать результат | Отсутствие знаний или фрагментарные навыки учебной работы; формулировать результат | Общие, но не структурированные навыки учебной работы; формулировать результат | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы навыки учебной работы; формулировать результат | Сформированные систематические навыки учебной работы; формулировать результат |

* 1. Описание шкал оценивания

В соответствии с учебным планом контроль усвоения студентами содержания дисциплины проводится в форме зачёта.

На зачёте определяется:

* уровень усвоения студентом основного учебного материала по дисциплине;
* уровень понимания студентом изученного материала.

Зачёт включает устную и письменную часть. Письменная часть направлена на выявление степени освоения базовых понятий. Устная часть зачёта заключается в собеседовании в рамках тематики курса. Собеседование проводится в форме вопросов, на которые студент должен дать краткий ответ.

| **Шкала оценок в соответствии со стандартом** | **Шкала оценок, рекомендованная к использованию в ННГУ** | **Описание оценки** |
| --- | --- | --- |
| Зачтено | 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. |
| Незачтено | 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. |

* 1. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

* индивидуальное собеседование,
* письменные ответы на вопросы.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии:

* практические контрольные задания.

Типы практических контрольных заданий:

* задания на установление правильной последовательности, взаимосвязанности действий,
* установление последовательности действий (описание алгоритма выполнения действия).
	1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции

Уравнение Ферхюльста. Примеры биологических и социальных объектов. Задача об эволюции числа рыб в водоеме в зависимости от интенсивности рыболовства.

Адиабатический и политропный процессы идеального газа

Математическое и физическое моделирование. П- теорема.

Определить дальность полета пули S с помощью метода размерностей. Пуля выпущена горизонтально со скоростью $υ на высоте h$ над Землей.

Газ состоит из молекул, масса каждой m , При какой температуре число молекул со скоростями в интервале $ (v, v+dv)$ будет максимально. Найти наиболее вероятную скорость молекул, отвечающую такой температуре

* 1. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утверждённое приказом ректора ННГУ № 55-ОД от 13.02.2014,

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

1. **Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

а) основная литература:

1. Ю.И. Неймарк . Математические модели в естествознании и технике. Н.Новгород. Изд-во ННГУ.2004.401 с. (165 экз.)

б) дополнительная литература:

1. Юдович В.И. Математические модели естественных наук. СПб:- Лань.2011, 336 с. (2 экз.)
2. Блехман И.И., Мышкис А.Д., Пановко Я.Г. Механика и прикладная математика: Логика и особенности приложения математики. М. Наука. 1990. 360 с. (2 экз., 1983 – 2 экз.)
3. В.С. Анищенко. Знакомство с нелинейной динамикой. Саратов. 2000. 180 с. (2 экз.)
4. Безручко Б.П., Короновский А.А., Трубецков Д.И., Храмов А.Е. Путь в синергетику. Москва. URSS. 302 с.
5. Соросовский образовательный журнал. Электронный журнал. Режим доступа к статьям: [www.issep.rssi.ru/cgi-bin/rubr.pl](http://www.issep.rssi.ru/cgi-bin/rubr.pl)
6. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Москва.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mechanics.htm>
2. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mechanics/theoretical.htm>
3. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mechanics/thermal.htm>
4. **Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории, оборудованные мультимедийной техникой (компьютер, проектор, экран), для проведения занятий лекционного и семинарского типа.

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) |  | д.ф.-м.н., профессорНовиков В.В. |
| Рецензент(ы) |  |  |
| Заведующий кафедрой теоретической, компьютерной и экспериментальной механики |  | д.ф.-м.н., профессор Игумнов Л.А. |

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики от \_\_\_\_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_.

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**

|  |
| --- |
| **Математические модели в естествознании 2** |

(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

2017 год

1. **Место и цели дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина «Математические модели в естествознании 2» относится к дисциплинам по выбору вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» ОПОП: Б1.В.ДВ.08.02. Обязательна для освоения на определенном периоде обучения – 5 семестр.

**Целями освоения дисциплины являются:**

* формирование и развитие упорядоченных знания о фундаментальных понятиях и законах и методах изучения динамических систем различной природы, для понимания явлений и процессов, происходящих в природе и технике, изучение методов применения математики и механики к решению конкретных задач по исследованию различных видов движения материальных объектов
* освоение навыков практического использования методов математического моделирования динамических систем, привитие особого стиля мышления – математического моделирования;
* развитие способности к познанию и культуры мышления в целом.

Успешное изучение дисциплины необходимо также для выполнения научно-исследовательской работы, прохождения производственной практики и итоговой государственной аттестации.

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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций

ОПК-1 способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанные с прикладной математикой и информатикой;

ОПК-4 способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности;

ПК-1 способность собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям;

ПК-2 способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат.

В целом, результате освоения дисциплины, обучающийся должен получить необходимые знания, выработать умения, а при выполнении в последующем научно-исследовательской работы, прохождения производственной практики и выполнения выпускной квалификационной работы, приобрести (овладеть) необходимый опыт для полноценного формирования компетенций.

Планируемые результаты обучения представлены в нижеприведённой таблице.

|  |  |
| --- | --- |
| *ОПК-1базовый* | *У1 (ОПК-1)* *Уметь* использовать фундаментальные знания в области естествознанияв будущей профессиональной деятельности*З1 (ОПК-1) Знать* фундаментальные законы естествознания*В1 (ОПК-1). Владеть* фундаментальными знаниями в области естествознания |
| *ОПК-4базовый* | *У1 (ОПК-4) Уметь* решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий*З1 (ОПК-4) Знать* методы решения стандартных задач профессиональной деятельности*В1 (ОПК-4) Владеть* методами решения стандартных задач профессиональной деятельности |
| *ПК-1базовый* | *У1 (ПК-1)* *Уметь* осознанно определять общие формы и закономерностей отдельной предметной области*З1 (ПК-1) Знать* общие формы и закономерности отдельной предметной области*В1(ПК-1). Владеть* опытом использования общих форм и закономерностей области естествознания |
| *ПК-2базовый* | *У1 (ПК-2)* *Уметь* математически корректно ставить естественнонаучные задачи и классические задачи математики и механики*З1 (ПК-2) Знать*  методы постановки естественнонаучных задач и классических задач математики и механики*В1(ПК-2). Владеть* математическими методами, применяемыми при постановке естественнонаучных задач и классических задач математики и механики |

1. **Структура и содержание дисциплины**

Объем дисциплины (модуля) в 5 семестре составляет 3 зачетных единицы, всего 108 часов, из которых 51 час составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (34 часа – занятия лекционного типа, 17 часов – практические занятия), 57 час составляет самостоятельная работа обучающегося.

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 | Вечерняя | Заочная | Очная | Вечерняя | Заочная | Очная | Вечерняя | Заочная | Очная | Вечерняя | Заочная | Очная | Вечерняя | Заочная | Очная | Вечерняя | Заочная | Очная | Вечерняя | Заочная |
| 1.. Системы с распределенными параметрами.Уравнение теплопроводности. Волновое уравнение. Волна. Фронт волны. Плоская волна. Фазовая скорость волны. Дисперсия. Дисперсионное уравнение. Групповая скорость. | 10 |  |  | 2 |  |  | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  | 4 |  |  | 6 |  |  |
| 2 Электромагнитное поле. Вектор напряженности электрического поля и вектор магнитной индукции. Уравнения Максвелла. Электромагнитная волна | 10 |  |  | 2 |  |  | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  | 4 |  |  | 6 |  |  |
| 3. Бегущие волны и дисперсионное уравнение. Задача об изменении температуре поверхностного слоя Земли под влиянием суточных и годовых колебаний температуры над ней. Скорость образования льда на поверхности водоема. | 10 |  |  | 2 |  |  | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  | 4 |  |  | 6 |  |  |
|  4.Математические модели объектов микромира Корпускулярные свойства света. Фотон. Фотоэлектрический эффект. Волны де Бройля.  | 9 |  |  | 2 |  |  | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  | 3 |  |  | 6 |  |  |
| 5. Пси-функция. Уравнение Шредингера.Формализм отыскания возможных значений физической величины и вероятности, с которыми она принимает эти значенияПринцип неопределенности | 100 |  |  | 2 |  |  | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  | 4 |  |  | 6 |  |  |
| 6. Движение квантовой частицы в некоторых простых одномерных поляхСвободное движение квантовой частицы. Частица в бесконечно глубокой потенциальной яме. | 6 |  |  | 1 |  |  | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  | 2 |  |  | 4 |  |  |
| 7.Специальная теория относительности Принцип относительности. Классическая механика, преобразования Галилея.Принцип существования наибольшей скорости распространения взаимодействия Релятивистская динамика. | 4 |  |  | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 1 |  |  | 3 |  |  |
| 8. Преобразование Лоренца.Кинематические эффекты «замедления» времени и «сокращения длины».Сложение скоростей. | 10 |  |  |  |  |  | 4 |  |  |  |  |  |  |  |  | 4 |  |  | 6 |  |  |
| 9 . Импульс. Релятивистская динамика.Энергия | 4 |  |  | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 2 |  |  | 2 |  |  |
| **Промежуточная аттестация: зачёт,** выполнение тематической контрольной работы |

1. **Образовательные технологии**

В соответствии с рабочей программой и тематическим планом изучение дисциплины проходит в виде аудиторной и самостоятельной работы студентов. Используются лекции, практические занятия, тематическая контрольная работа, зачет в сочетании с различными методами обсуждения индивидуальных случаев, различных точек зрения на те ли иные проблемы, дискуссиями по спорным вопросам.

В течение семестра студенты решают задачи, указанные преподавателем. Проводятся самостоятельные, 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.

В рамках дисциплины предусмотрены следующие виды самостоятельной работы (порядок их выполнения, форма контроля):

* повторение материала, пройденного на занятиях лекционного типа (в течение всего семестра, опрос на занятиях лекционного и семинарского типа),
* самостоятельное изучение отдельных вопросов программы (1 раз в семестр, опрос на занятиях семинарского типа),
* подготовка к занятиям семинарского типа (в течение всего семестра, опрос на занятиях семинарского типа),
* подготовка к промежуточной аттестации (экзамен).
1. **Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации
по дисциплине (модулю)**
	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

Дисциплина направлена на развитие компетенций:

ОПК-1 способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанные с прикладной математикой и информатикой;

ОПК-4 способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности;

ПК-1 способность собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям;

ПК-2 способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат.

ОПК-1 способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанные с прикладной математикой и информатикой

| **Планируемые результаты обучения**\* (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | **Критерии оценивания результатов обучения** |
| --- | --- |
| неудовлетворительно | удовлетворительно | хорошо | отлично |
| незачтено | зачтено |
| ЗНАТЬ: концепции механики, математики и информатики | Отсутствие знаний или фрагментарное знание концепций механики, математики и информатики | В целом успешное, но не систематическое знание концепций механики, математики и информатики | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы знание концепций механики, математики и информатики | Успешное и систематическое знание концепций механики, математики и информатики |
| УМЕТЬ: самостоятельно разобраться с современными математическими средствами, освоить и использовать их для решения практических задач естествознания | Отсутствие умений или частично освоенное умение работать с учебной литературой по разным отраслям естествознания | В целом успешное, но не систематически освоенное умение работать с учебной литературой по разным отраслям естествознания | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение работать с учебной литературой по разным отраслям естествознания | Сформированное умение работать с учебной литературой по разным отраслям естествознания |
| ВЛАДЕТЬ: навыками самостоятельной учебно- исследовательской работы; способностью формулировать результат | Отсутствие знаний или фрагментарные навыки учебной работы; формулировать результат | Общие, но не структурированные навыки учебной работы; формулировать результат | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы навыки учебной работы; формулировать результат | Сформированные систематические навыки учебной работы; формулировать результат |

ОПК-4 способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности

| **Планируемые результаты обучения**\* (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | **Критерии оценивания результатов обучения** |
| --- | --- |
| неудовлетворительно | удовлетворительно | хорошо | отлично |
| незачтено | зачтено |
| ЗНАТЬ: основные понятия, операции и правила современного тензорного исчисления | Отсутствие знаний или фрагментарное знание основных понятий, операций и правил современного тензорного исчисления | В целом успешное, но не систематическое знание основных понятий, операций и правил современного тензорного исчисления | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы знание основных понятий, операций и правил современного тензорного исчисления | Успешное и систематическое знание основных понятий, операций и правил современного тензорного исчисления |
| УМЕТЬ: использовать на практике математический аппарат современного тензорного исчисления | Отсутствие умений или частично освоенное умение использовать на практике математический аппарат современного тензорного исчисления | В целом успешное, но не систематически освоенное умение использовать на практике математический аппарат современного тензорного исчисления | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение использовать на практике математический аппарат современного тензорного исчисления | Сформированное умение использовать на практике математический аппарат современного тензорного исчисления |
| ВЛАДЕТЬ: навыками использования на практике аппарата современного тензорного исчисления для математического и численного моделирования различных явлений механики, физики, естествознания | Отсутствие знаний или фрагментарные навыки использования на практике аппарата современного тензорного исчисления для математического и численного моделирования различных явлений механики, физики, естествознания | Общие, но не структурированные навыки использования на практике аппарата современного тензорного исчисления для математического и численного моделирования различных явлений механики, физики, естествознания | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы навыки использования на практике аппарата современного тензорного исчисления для математического и численного моделирования различных явлений механики, физики, естествознания | Сформированные систематические навыки использования на практике аппарата современного тензорного исчисления для математического и численного моделирования различных явлений механики, физики, естествознания |

ПК-1 способность собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям

| **Планируемые результаты обучения**\* (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | **Критерии оценивания результатов обучения** |
| --- | --- |
| неудовлетворительно | удовлетворительно | хорошо | отлично |
| незачтено | зачтено |
| ЗНАТЬ: постановки классических задач математики и механики с использованием тензорного исчисления | Отсутствие знаний или фрагментарное знание постановок классических задач математики и механики с использованием тензорного исчисления | В целом успешное, но не систематическое знание постановок классических задач математики и механики с использованием тензорного исчисления | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы знание постановок классических задач математики и механики с использованием тензорного исчисления | Успешное и систематическое знание постановок классических задач математики и механики с использованием тензорного исчисления |
| УМЕТЬ: использовать тензорное исчисление для математически корректных постановок естественнонаучных задач и классических задач математики и механики | Отсутствие умений или частично освоенное умение использовать тензорное исчисление для математически корректных постановок естественнонаучных задач и классических задач математики и механики | В целом успешное, но не систематически освоенное умение использовать тензорное исчисление для математически корректных постановок естественнонаучных задач и классических задач математики и механики | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение использовать о тензорное исчисление для математически корректных постановок естественнонаучных задач и классических задач математики и механики | Сформированное умение использовать тензорное исчисление для математически корректных постановок естественнонаучных задач и классических задач математики и механики |
| ВЛАДЕТЬ: методами тензорного исчисления для математического моделирования теоретических и прикладных задач | Отсутствие навыков или фрагментарные навыки использования на практике методов тензорного исчисления для математического моделирования теоретических и прикладных задач | Общие, но не структурированные навыки использования на практике методов тензорного исчисления для математического моделирования теоретических и прикладных задач | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы навыки использования на практике методов тензорного исчисления для математического моделирования теоретических и прикладных задач | Сформированные систематические навыки использования на практике методов тензорного исчисления для математического моделирования теоретических и прикладных задач |

ПК-2 способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат

| **Планируемые результаты обучения**\* (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | **Критерии оценивания результатов обучения** |
| --- | --- |
| неудовлетворительно | удовлетворительно | хорошо | отлично |
| незачтено | зачтено |
| ЗНАТЬ: концепции механики, математики и информатики | Отсутствие знаний или фрагментарное знание концепций механики, математики и информатики | В целом успешное, но не систематическое знание концепций механики, математики и информатики | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы знание концепций механики, математики и информатики | Успешное и систематическое знание концепций механики, математики и информатики |
| УМЕТЬ: самостоятельно разобраться с современными математическими средствами, освоить и использовать их для решения практических задач естествознания | Отсутствие умений или частично освоенное умение работать с учебной литературой по разным отраслям естествознания | В целом успешное, но не систематически освоенное умение работать с учебной литературой по разным отраслям естествознания | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение работать с учебной литературой по разным отраслям естествознания | Сформированное умение работать с учебной литературой по разным отраслям естествознания |
| ВЛАДЕТЬ: навыками самостоятельной учебно- исследовательской работы; способностью формулировать результат | Отсутствие знаний или фрагментарные навыки учебной работы; формулировать результат | Общие, но не структурированные навыки учебной работы; формулировать результат | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы навыки учебной работы; формулировать результат | Сформированные систематические навыки учебной работы; формулировать результат |

* 1. Описание шкал оценивания

В соответствии с учебным планом контроль усвоения студентами содержания дисциплины проводится в форме зачёта.

На зачёте определяется:

* уровень усвоения студентом основного учебного материала по дисциплине;
* уровень понимания студентом изученного материала.

Зачёт включает устную и письменную часть. Письменная часть направлена на выявление степени освоения базовых понятий. Устная часть зачёта заключается в собеседовании в рамках тематики курса. Собеседование проводится в форме вопросов, на которые студент должен дать краткий ответ.

| **Шкала оценок в соответствии со стандартом** | **Шкала оценок, рекомендованная к использованию в ННГУ** | **Описание оценки** |
| --- | --- | --- |
| Зачтено | 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. |
| Незачтено | 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. |

* 1. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения
	по дисциплине (модулю), характеризующих этапы
	формирования компетенций

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

* индивидуальное собеседование,
* письменные ответы на вопросы.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии:

* практические контрольные задания.

Типы практических контрольных заданий:

* задания на установление правильной последовательности, взаимосвязанности действий,
* установление последовательности действий (описание алгоритма выполнения действия).
	1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности
	компетенции

Уравнение Ферхюльста. Примеры биологических и социальных объектов. Задача об эволюции числа рыб в водоеме в зависимости от интенсивности рыболовства.

Адиабатический и политропный процессы идеального газа

Математическое и физическое моделирование. П- теорема.

Определить дальность полета пули S с помощью метода размерностей. Пуля выпущена горизонтально со скоростью $υ на высоте h$ над Землей.

Газ состоит из молекул, масса каждой m , При какой температуре число молекул со скоростями в интервале $ (v, v+dv)$ будет максимально. Найти наиболее вероятную скорость молекул, отвечающую такой температуре

* 1. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утверждённое приказом ректора ННГУ № 55-ОД от 13.02.2014,

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

1. **Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

а) основная литература:

1. Ю.И. Неймарк . Математические модели в естествознании и технике. Н.Новгород. Изд-во ННГУ.2004.401 с. (165 экз.)

б) дополнительная литература:

1. Юдович В.И. Математические модели естественных наук. СПб:- Лань.2011, 336 с. (2 экз.)
2. Блехман И.И., Мышкис А.Д., Пановко Я.Г. Механика и прикладная математика: Логика и особенности приложения математики. М. Наука. 1990. 360 с. (2 экз., 1983 – 2 экз.)
3. В.С. Анищенко. Знакомство с нелинейной динамикой. Саратов. 2000. 180 с. (2 экз.)
4. Безручко Б.П., Короновский А.А., Трубецков Д.И., Храмов А.Е. Путь в синергетику. Москва. URSS. 302 с.
5. Соросовский образовательный журнал. Электронный журнал. Режим доступа к статьям: [www.issep.rssi.ru/cgi-bin/rubr.pl](http://www.issep.rssi.ru/cgi-bin/rubr.pl)
6. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Москва.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mechanics.htm>
2. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mechanics/theoretical.htm>
3. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mechanics/thermal.htm>
4. **Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории, оборудованные мультимедийной техникой (компьютер, проектор, экран), для проведения занятий лекционного и семинарского типа.

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) |  | д.ф.-м.н., профессорНовиков В.В. |
| Рецензент(ы) |  |  |
| Заведующий кафедрой теоретической, компьютерной и экспериментальной механики |  | д.ф.-м.н., профессор Игумнов Л.А. |

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики от \_\_\_\_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_.