

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе и
образовательным инновациям

О.И. Чуприс

« 05 » 06 2018 г.

Регистрационный № УД- 6319 /уч.

Вычислительный эксперимент и математическое моделирование

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине для специальности

- | | |
|---------------|--|
| 1-31 03 03 | Прикладная математика (по направлениям)
направления специальности |
| 1-31 03 03-01 | научно-производственная деятельность |

2018 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 03 03-2013 и учебных планов УВО № G31-173/уч. 2013 г. от 30.05.2013, № G31и-190/уч. 2013 г. от 30.05.2013

СОСТАВИТЕЛЬ

А.В. Тетерев, доцент кафедры вычислительной математики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент;

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой вычислительной математики (протокол № 14 от 19.04.2018);

Научно-методическим Советом БГУ (протокол № 5 от 04.05.2018)


Зав. кафедрой  /В.А. Реинхав/

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина «Вычислительный эксперимент и математическое моделирование» посвящена изучению вопросов, по сути, являющихся основными компонентами современной методологии, применяемой для решения самых сложных задач в различных областях знаний. Сущность этой методологии состоит в замене исходного объекта исследования его «образом» – математической моделью – и дальнейшем изучении модели с помощью реализуемых на компьютерах вычислительно-логических алгоритмов. Материал основан на построении моделей конкретных задач механики, физики и других наук.

В результате изучения данной дисциплины студенты должны закрепить навыки в исследовании сложных естественнонаучных явлений и процессов путем построения соответствующих математических моделей и проведения соответствующего вычислительного эксперимента.

Цель учебной дисциплины «Вычислительный эксперимент и математическое моделирование»: формирование у студентов понятийного аппарата, способствующего применению современной методологии решения сложных задач, основанной на математическом моделировании и вычислительном эксперименте.

Основные задачи, решаемые при изучении учебной дисциплины «Вычислительный эксперимент и математическое моделирование»:

- формирование у студентов теоретической базы, необходимой для грамотного применения методологии выбора математической модели и оценки уровня адекватности последней;
- освоение современных вычислительных алгоритмов, применяемых в ходе проведения вычислительного эксперимента.

Учебная дисциплина «Вычислительный эксперимент и математическое моделирование» от-носится к циклу дисциплин специализации (1-31 03 03-01 04 Численные методы).

Основой для изучения излагаемых в дисциплине методов и методик являются учебные дисциплины "Уравнения математической физики" и "Численные методы математической физики".

Учебный материал, излагаемый в данной дисциплине, тесно связан с учебной дисциплиной «Математическое моделирование в физике и механике» цикла дисциплин специализации.

В результате изучения дисциплины студент должен **знать:**

- основные принципы построения математических моделей;
- методологию проведения вычислительного эксперимента;

- схему организации коллективного программирования;
- фундаментальные законы природы и математические модели на их основе.

уметь:

- строить математические модели с учетом основных процессов, характеризующих данное явление или объект;
- выбирать численный метод, обеспечивающий качественное проведение вычислительного эксперимента;
- применять вычислительный эксперимент для исследования реальных физических процессов.

владеть:

- современной методологией построения математической модели, адекватно описывающей исследуемый процесс (явление);
- подходами к выбору численного метода, практически пригодного для проведения вычислительного эксперимента по данной модели;
- навыками самообразования и методологией исследования естественнонаучных процессов (явлений) с помощью математического моделирования и проведения вычислительного эксперимента.

Освоение учебной дисциплины «Вычислительный эксперимент и математическое моделирование» должно обеспечить формирование следующих академических, социально-личностных и профессиональных компетенций:

академические компетенции:

- АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.
- АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.
- АК-3. Владеть исследовательскими навыками.
- АК-4. Уметь работать самостоятельно.

социально-личностные компетенции:

- СЛК-1. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.

профессиональные компетенции:

- ПК-1. Работать с научно-технической, нормативно-справочной и специальной литературой.

В соответствии с учебным планом специальности 1- 31 03 03 Прикладная математика (по направлениям) учебная программа предусматривает для изучения дисциплины 54 учебных часа, в том числе 34 аудиторных часа (лекции). Трудоемкость учебной дисциплины – 1,5 зачетных единицы.

Форма обучения – дневная.

Форма текущей аттестации – зачет в шестом семестре.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел I. Основные понятия математического моделирования и вычислительного эксперимента

Тема 1.1. Введение

Общая схема организации коллективного программирования при построении больших программных комплексов для проведения вычислительного эксперимента. Обоснование применения бригадного метода программирования, как наиболее эффективного подхода для достижения поставленных целей в крупных проектах.

Тема 1.2. Типы моделей

Терминология. Детальные, феноменологические и эмпирические модели. Этапы вычислительного эксперимента. Предметная, математическая, вычислительная и программная модели. Дискретный и непрерывный подходы к построению моделей.

Раздел II. Простейшие математические модели

Тема 2.1. Элементарные математические модели

Элементарные математические модели, основанные на фундаментальных законах природы. Построение моделей на законах сохранения энергии, импульса, материи. Построение моделей на основе вариационных принципов.

Тема 2.2. Иерархический подход к построению моделей

Применение аналогий при построении моделей. Иерархический подход к получению моделей. О нелинейности математических моделей.

Раздел III. Построение моделей на основе фундаментальных законов природы

Тема 3.1. Сохранение числа частиц

Основные понятия теории теплового излучения. Модель равновесного излучения. Вывод закона Бугера. Вывод уравнения переноса излучения. Постановка граничных и начальных условий для уравнения переноса. Модель переноса излучения для локального термодинамического равновесия. Приближенные модели уравнения переноса излучения. Приближение «серой» материи. Многогрупповое приближение. Диффузионное приближение. Граничные условия и применимость диффузионного приближения. Приближение Шварцшильда или «вперед-назад». Модель лучистой теплопроводности. Модель оптически тонкого слоя. Модель лучистого равновесия в звездных фотосферах.

Тема 3.2. Сохранение массы вещества

Поток частиц в трубе. Основные предположения модели о гравитационном режиме течения грунтовых вод. Баланс массы в элементе грунта. Уравнения,

замыкающие модель на законе сохранения массы. О некоторых свойствах уравнения Буссинеска.

Тема 3.3. Сохранение энергии

Предварительные сведения о процессах в моделях теплопередачи. Вывод закона Фурье из молекулярно-кинетических представлений. Вывод уравнения баланса тепла. Постановка типичных краевых условий для моделей теплопроводности. Особенности моделей теплопроводности.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов		Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Лабораторные занятия		
1	Основные понятия математического моделирования и вычислительного эксперимента				
1.1	Введение	2			
1.2	Типы моделей	4			Экспресс-опрос
2	Простейшие математические модели				
2.1	Элементарные математические модели	4			Экспресс-опрос
2.2	Иерархический подход к построению моделей	2			Экспресс-опрос
3	Построение моделей на основе фундаментальных законов природы				Коллоквиум
3.1	Сохранение числа частиц	10			Экспресс-опрос
3.2	Сохранение массы вещества	8			Экспресс-опрос
3.3	Сохранение энергии	4			Экспресс-опрос
	Всего	34			

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. М.: «Наука». – 1997.
2. Хокни Р., Иствуд Дж. Численное моделирование методом частиц. М.: «Мир». – 1987.
3. Оран Э., Борис Дж. Численное моделирование реагирующих потоков. М.: «Мир». – 1990.
4. Ю.С. Сигов. Вычислительный эксперимент: мост между прошлым и будущим физики плазмы. - М: Физматлит, 2001. 286 с.

Перечень дополнительной литературы

5. Плехотников К. Э. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент. Методология и практика. М.: Едиториал УРСС, 2003.
6. Самарский А.А. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент // Вестник АН СССР, №5. 1979. – С. 38-49.

Перечень рекомендуемых средств диагностики

Для текущего контроля качества усвоения знаний студентами используется следующий диагностический инструментарий:

- коллоквиумы;
- устные экспресс-опросы.

Коллоквиум представляет собой персональную устную беседу преподавателя со студентом с целью определения уровня знаний по пройденным темам. Для более точной оценки коллоквиум может включать дополнительный письменный этап. По результатам коллоквиума выставляется оценка по 10-балльной шкале.

Устный экспресс-опрос студентов проводится в свободной форме в течение лабораторных занятий. Его результаты учитываются преподавателем при выставлении рейтинговой оценки в конце семестра.

Методика формирования итоговой оценки

Итоговая оценка формируется на основе:

1. Правил проведения аттестации студентов (Постановление Министерства образования Республики Беларусь №53 от 29 мая 2012 г.);
2. Положения о рейтинговой системе оценки знаний по дисциплине в БГУ (Приказ ректора БГУ от 18.08.2015)
3. Критериев оценки знаний студентов (письмо Министерства образования от 22.12.2003 г.)

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу
Математическое моделирование в физике и механике	Кафедра вычислительной математики	Нет	Изменений не требуется, протокол № 14 от 19.04.2018

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО
ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

на ____ / ____ учебный год

/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
_____ (протокол № ____ от _____ 201_ г.)

Заведующий кафедрой

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета
