

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе



_____ А.Л. Толстик

31.05.2017

Регистрационный № УД- 3894 /уч.

**МЕТОДЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В
ГЕОИНФОРМАТИКЕ**

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности
1-31 04 08 Компьютерная физика**

Минск, 2017

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 04 08-2013; учебного плана №G31-144/уч., 2013 г.

СОСТАВИТЕЛИ:

М.А. Белов – доцент кафедры физической информатики и атомно-молекулярной физики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук;

С.К. Бородко – научный сотрудник лаборатории физики атмосферы Учреждения Белорусского государственного университета «Национальный научно-исследовательский центр мониторинга озоносферы», магистр физико-математических наук;

В.И. Шупляк – доцент кафедры физической информатики и атомно-молекулярной физики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой физической информатики и атомно-молекулярной физики физического факультета Белорусского государственного университета (протокол № 11 от 20 апреля 2017 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 4 от 11 мая 2017 г.).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа учебной дисциплины «Методы компьютерной обработки в геоинформатике» разработана для специальности 1-31 04 08 Компьютерная физика, специализации «Физическая информатика». Настоящая программа является оригинальной и разработана на основе рабочего учебного плана № G31-144/уч. с учетом соответствующих требований образовательного стандарта РБ ОСВО 1-31 04 08-2013 к квалификации выпускника-специалиста «Физик. Программист».

Целью курса является ознакомление студентов с современными инструментами и средами разработки программного обеспечения (далее – ПО).

Основная задача дисциплины – дать представление о современных инструментах разработки ПО, средах разработки, наборах библиотек и фреймворков, системах автоматизированного тестирования, систематизировать знания в данной области, выработать навыки, позволяющие повысить эффективность разработки ПО благодаря использованию современных инструментов.

Основные методы и формы обучения: лабораторные работы. Преподавание данной дисциплины предполагает использование компьютерной техники и прикладных компьютерных программ, включая среды разработки программного обеспечения, системы контроля версий, наборы библиотек и фреймворки.

Самостоятельная работа студентов направлена на закрепление и обобщение пройденного учебного материала, реализуется в виде изучения методической и научной литературы, выполнения индивидуальных групповых заданий, работы в компьютерном классе во внеаудиторное время.

На сегодняшний день процесс разработки ПО, в том числе научно-исследовательского, приобрёл новые особенности. Вокруг каждой предметной области создана большая инфраструктура наборов библиотек, фреймворков, прочего инструментария. Объём и сложность исходного кода становится настолько большим, что становится обязательным использование систем контроля версий и автоматизации командной работы, систем отладки и профилирования. Навыки использования всего вышеупомянутого на сегодня необходимы не только профессиональным программистам, но и студентам специальности «Компьютерная Физика» для разработки ПО для сопровождения научных исследований, включая приложения для компьютерного моделирования физических процессов, программы для обработки данных результатов экспериментов. Специальный курс, посвященный инструментам для разработки ПО, является важным для подготовки специалистов в области компьютерного моделирования физических процессов, осуществляемых кафедрой.

Программа лабораторных работ основана на базовых знаниях и представлениях, заложенных в курсах по программированию и математическому моделированию «Численные методы», «Программирование и

математическое моделирование», согласована с другими дисциплинами специализации - «Информационные системы и технологии», «Прикладные статистические методы обработки экспериментальных данных», «Физические основы дистанционного зондирования»

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- виды инструментов для разработки ПО от различных поставщиков;
- критерии выбора инструментов;
- назначение инструментов;
- основные принципы построения математических моделей в геофизике;
- особенности применения методов вычислительной гидродинамики к моделированию процессов в планетарных атмосферах;
- основные идеи, лежащие в основе воспроизведения различных классов физических процессов в атмосфере с помощью схем параметризаций;
- наиболее распространённые на данный момент системы атмосферного моделирования и ведущие исследовательские центры, отвечающие за их разработку;
- основные источники данных наблюдений (анализа) и реанализа состояния атмосферы, методологию инициализации глобальных и региональных численных моделей;
- общие представления о пределе предсказуемости атмосферных процессов в численном моделировании, теории роста ошибок, роли методов нелинейной динамики и теории динамического хаоса в атмосферном моделировании, методах ансамблевого прогнозирования.

уметь:

- выбирать набор инструментов для решения поставленной задачи
- устанавливать и настраивать наборы библиотек и фреймворки для использования со своим проектом;
- внедрять системы контроля версий и командной разработки ПО;
- внедрять системы автоматизированного тестирования программного кода;
- определять применимость конкретных численных атмосферных моделей для решения определённого класса задач;
- пользоваться основными источниками данных наблюдений (анализа) и реанализа состояния атмосферы;
- работать с основными форматами данных, используемых для хранения как данных наблюдений состояния атмосферы, так и результатов численного моделирования;
- осуществлять вычислительный эксперимент по воспроизведению конкретного атмосферного явления в выбранной численной атмосферной модели;
- анализировать и визуализировать результаты моделирования.

владеть:

- навыками использования сред разработки для решения типовых научных задач;

- навыками отладки и профилирования компьютерных программ.
- основными понятиями предметной области.

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Академические компетенции:

- уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;
- владеть системным и сравнительным анализом;
- владеть исследовательскими навыками;
- уметь работать самостоятельно;
- иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером;
- иметь лингвистические навыки (устная и письменная коммуникация).

Социально-личностные компетенции:

Специалист должен:

- обладать качествами гражданственности;
- быть способным к социальному взаимодействию;
- обладать способностью к межличностным коммуникациям;
- владеть навыками здорового образа жизни.

Профессиональные компетенции:

– применять знания теоретических и экспериментальных основ физики и математики, методов измерения физических величин, методов планирования, организации и ведения научно-производственной, научно-педагогической, производственно-технической, опытно-конструкторской работы, средств автоматизации, правового обеспечения хозяйственной деятельности и налоговой системы, государственного регулирования экономики и экономической политики;

– пользоваться глобальными информационными ресурсами, новой научной, технической и патентной литературой по физике, математике, информатике, экономике и инновационным технологиям, основами психолого-педагогических знаний, навыками самообразования и самосовершенствования;

– применять полученные знания фундаментальных положений физики, экспериментальных, теоретических и компьютерных методов исследования, планирования, организации и ведения научно-технической и научно-педагогической работы;

– использовать новейшие открытия в естествознании, методы научного анализа, информационно-образовательные технологии, физические основы современных технологических процессов;

– пользоваться государственными языками Республики Беларусь и иными иностранными языками как средством делового общения;

– реализовывать методы защиты производственного персонала и населения в условиях возникновения аварий, катастроф, стихийных бедствий и обеспечения радиационной безопасности при осуществлении научной, производственной и педагогической деятельности;

–осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективным направлениям развития отрасли, инновационным технологиям, проектам и решениям;

–определять цели инноваций и способы их достижения;

–применять методы анализа и внедрения инноваций в научно-производственной, научно-педагогической и научно-технической деятельности.

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины – 122 (3,5 зачетные единицы), из них лабораторные занятия — 74 аудиторных часа.

Форма получения высшего образования — очная, дневная.

Занятия проводятся на 5-м курсе в 9-м семестре.

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине — зачет.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. Лабораторная работа 1. Использование алгоритмов вычислительной математики библиотек GSL.

Цель работы – разработать программу для решения уравнения теплопроводности (либо другого уравнения математической физики в частных производных) методом прямых, с использованием алгоритмов численного решения дифференциальных уравнений.

2. Лабораторная работа 2. Автоматизированное тестирование для программы решения системы линейных алгебраических уравнений.

Цель работы – разработать программу для решения системы линейных алгебраических уравнений и снабдить её средствами автоматизированного тестирования.

3. Лабораторная работа 3. Предварительная обработка космических изображений путем поэлементного преобразования.

Цель работы – разработать программу для улучшения качества изображения и преобразования его в форму, наиболее удобную для визуального или машинного анализа.

4. Лабораторная работа 4. Определение вегетационного индекса.

Цель работы – используя пакет программ IDRISI, определить состояние растительности с использованием вегетационного индекса.

5. Лабораторная работа 5. Непараметрический метод распознавания по многомерным гистограммам.

Цель работы – используя пакет программ IDRISI, освоить непараметрический метод распознавания изображений.

6. Лабораторная работа 6. Синтез изображений.

Цель работы – используя пакет программ IDRISI, освоить методы визуализации многоспектральных изображений.

7. Лабораторная работа 7. Работа с климатическими данными.

Цель работы – ознакомиться с находящимися в свободном доступе источниками климатических данных, включая данные наземных и спутниковых наблюдений состояния атмосферы и других компонент глобальной климатической системы, данные реанализа, файлы анализа и прогноза, полученные с помощью наиболее развитых численных моделей прогнозирования погоды и климата, освоить основные форматы данных, методы анализа и визуализации данных.

8. Лабораторная работа 8. Моделирование глобальной циркуляции атмосферы.

Цель работы – ознакомиться с моделью OpenIFS и другими глобальными атмосферными моделями, освоить работу с глобальной атмосферной моделью на многопроцессорных компьютерных системах, провести моделирование глобальной циркуляции атмосферы для одного из выбранных случаев и проанализировать полученный результат.

9. Лабораторная работа 9. Региональное атмосферное моделирование.

Цель работы – ознакомиться с мезомасштабной региональной атмосферной моделью WRF, процессом её сборки из исходного кода и запуском расчётов на многопроцессорных компьютерных системах, провести мезомасштабное моделирование одного из выбранных случаев и проанализировать полученный результат.

10. Лабораторная работа 10. Методы ансамблевого прогнозирования.

Цель работы – используя модель глобальной циркуляции атмосферы или региональную атмосферную модель, провести ансамблевое моделирование выбранного случая, проанализировать полученный результат.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					вс во час	Л и	Ф о р м ы
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	Лабораторная работа 1. Использование алгоритмов вычислительной математики библиотек GSL.				10				
2	Лабораторная работа 2. Автоматизированное тестирование для программы решения системы линейных алгебраических уравнений				8				
3	Лабораторная работа 3. Предварительная обработка космических изображений путем поэлементного преобразования				12				
4	Лабораторная работа 4. Определение вегетационного индекса				6				
5	Лабораторная работа 5. Непараметрический метод распознавания по многомерным гистограммам				6				
6	Лабораторная работа 6. Синтез изображений				6				
7	Лабораторная работа 7. Работа с климатическими данными				6		[13-14, доп. 12-16]		
8	Лабораторная работа 8. Моделирование глобальной циркуляции атмосферы				8		[15-16, доп. 15,		

								17-18]	
9	Лабораторная работа 9. Региональное атмосферное моделирование				8			[17-18, доп. 16]	
10	Лабораторная работа 10. Методы ансамблевого прогнозирования				4			[15-19, доп. 15-18]	

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень используемой литературы

Основная

1. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – М.: Техносфера, 2006. – 1072 с.
2. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB / Р. Гонсалес, Р. Вудс, С. Эддинс. – М.: Техносфера, 2006. – 616 с.
3. Игнатов, В. Эффективное использование GNU Make — [Эл.ресурс]. — Режим доступа: http://citforum.ru/operating_systems/gnumake
4. Кашкин, В.Б. Дистанционное зондирование Земли из космоса. Цифровая обработка изображений: Учеб. пособие. / В.Б. Кашкин, А.И. Сухинин. – М.: Логос, 2001. – 264 с.
5. Майо, Д. Microsoft Visual Studio 2010 / Пер. с англ. – БХВ-Петербург, 2012. – 792 с.
6. Марков, Н.Г. Методы и средства цифровой обработки сигналов: Учебное пособие. / Н.Г. Марков – Томск: Изд-во ТПУ, 1997. – 120 с.
7. Мэттью, Н. Стоунз, Р. Основы программирования в Linux / Пер. с англ. – БХВ-Петербург, 2009. – 896 с.
8. Описание пакета программ IDRISI SELVA [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
http://uhulag.mendelu.cz/files/pagesdata/eng/gis/idrisi_selva_tutorial.pdf
9. Остренков, А. Формирование профессионального мышления специалиста по тестированию. – LAP Lambert Academic Publishing, 2013. – 62с.
10. Рис, У.Г. Основы дистанционного зондирования. / У.Г. Рис – М.: Техносфера, 2006. – 336 с.
11. Чакон, С. Штрауб, Б. Git для профессионального программиста. / Пер. с англ. – Питер, 2016. – 496 с.
12. Шовенгердт, Р.А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений. / Р.А. Шовенгердт – Москва: Техносфера, 2010. – 560 с.
13. ECMWF Public Datasets / ECMWF, (<http://apps.ecmwf.int/datasets/>)
14. NOMADS – NOAA Operational Model Archive and Distribution System / NOAA, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction (NCEP), (<http://nomads.ncep.noaa.gov/>)
15. OpenIFS model — home page (documentation, users guides) / ECMWF (<https://software.ecmwf.int/wiki/display/OIFS>)
16. The Model for Prediction Across Scales (MPAS) – home page, overview, and resources (<http://mpas-dev.github.io/>)
17. WRF-ARW Model Users' Page / doi:[10.5065/D6MK6B4K](https://doi.org/10.5065/D6MK6B4K)

(<http://www2.mmm.ucar.edu/wrf/users/>)

18. NOAA Environmental Modeling System (NEMS) / NOAA – National Weather Service – NCEP – Environmental Modeling Center
(<http://www.emc.ncep.noaa.gov/index.php?branch=NEMS>)
19. OpenEPS open-source ensemble system (emulator) / Pirkka Ollinaho, FMI, 2017. (<https://github.com/pirkkao/OpenEPS>)

Дополнительная

1. ERDAS Field Guide. – ERDAS, Inc.: Atlanta, Georgia. – 1997. – 656 P.
2. Lee, H. J., Schiesser. W. E. Ordinary and Partial Differential Equation Routines in C, C++, Fortran, Java, Maple and Matlab – CRC Press, 2004
3. MultiSpec // <http://dynamo.ecn.purdue.edu/~biehl/MultiSpec>.
4. Космоснимки // <http://www.kosmosnimki.ru>.
5. Обиралов, А.И. Фотограмметрия и дистанционное зондирование / А.И. Обиралов, А.Н. Лимонов, Л.А. Гаврилова. – М. : КолосС, 2006. – 334 с.
6. Описание пакета программ IDRISI SELVA [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
http://sigfrance.free.fr/ressources/filebrowser/downloads/Guides_Logiciels/Idrisi/idrtutor.pdf
7. Ошероув, Р. Искусство автономного тестирования с примерами на C#. = ДМК Пресс, 2016. – 360 с.
8. Прэтт, У. Цифровая обработка изображений : в 2 кн. / У. Прэтт. – М.: Мир, 1982. – 670 с.
9. Фомин, Я.А. Статистическая теория распознавания образов / Я.А. Фомин, Г.Р. Тарловский. – М.: Радио и связь, 1986. – 264 с.
10. Хандхаузен, Р. Знакомство с Microsoft Visual Studio 2005 Team System. – Питер, 2006. – 402 с.
11. Хлебникова Е.П. Применение метода главных компонент для мониторинга городских территорий // Сборник материалов V Международного конгресса «ГЕО-Сибирь-2009», Новосибирск, 20-24 апреля 2009 г. – Новосибирск: Изд-во СГГА, 2009. – Т. 4. – Ч. 1. – с. 41–45.
12. WMO International Codes / World Meteorological Organization (WMO). (<http://www.wmo.int/pages/prog/www/WMOCodes.html>)
13. ecCodes home page (documentation, source code), ECMWF (<https://software.ecmwf.int/wiki/display/ECC/ecCodes+Home>)
14. Unidata, (2012): Network Common Data Form (NetCDF) [software]. Boulder, CO: UCAR/Unidata. doi:[10.5065/D6H70CW6](https://doi.org/10.5065/D6H70CW6)
(<http://www.unidata.ucar.edu/software/netcdf/>)
15. Metview meteorological workstation application — home page (source code, documentation, tutorials) / ECMWF — INPE/CPTEC. (<https://software.ecmwf.int/wiki/display/METV/Metview>)

16. The NCAR Command Language (Version 6.4.0) [Software]. (2017). Boulder, Colorado: UCAR/NCAR/CISL/TDD. doi:[10.5065/D6WD3XH5](https://doi.org/10.5065/D6WD3XH5)
(<http://www.ncl.ucar.edu/>)
17. ICTP Atmospheric General Circulation Model (SPEEDY) – a network of research users ICTP AGCM-Net / Fred Kucharski, ICTP.
(<http://users.ictp.it/~kucharsk/speedy-net.html>)
18. M.I.T. General Circulation Model (MITgcm) – home page (source code, documentation, publications) / MIT Climate Modeling Initiative (CMI).
(<http://mitgcm.org/>)

Перечень используемых средств диагностики результатов учебной деятельности

1. Защита индивидуального или командного проекта.
2. Написание реферативных работ.

Примерный перечень заданий для индивидуального или командного проекта

Для самостоятельной работы по темам курса студентам предлагается самостоятельно разработать рабочий прототип программного обеспечения, в котором будут использованы рассматриваемые в курсе техники – работа с фреймворками, протоколирование выполнения программы, система контроля версий, система автоматизированного тестирования:

1. Численное решение уравнений, описывающих физические процессы с визуализацией результата.
2. Компьютерная обработка и визуальное представление данных - результатов эксперимента.
3. Разработка ПО для автоматизации эксперимента.

Примерный перечень мероприятий для контроля качества усвоения знаний по учебной дисциплине

Рекомендуемые темы для реферативных работ

Для самостоятельной работы по темам №1 – 3 данного курса студентам предлагается выполнить реферативную работу на одну из тем:

1. Сравнение различных версий системы сборки проекта Make
2. Система сборки проекта CMake.
3. Облачная система Jenkins.
4. Среды разработки компании JetBrains.
5. Среда разработки Eclipse.
6. Среда разработки NetBeans.
7. Среда разработки Intel Parallel Studio.
8. Использование Visual Studio Code в качестве среды разработки.
9. Отладка программ для суперкомпьютеров.
10. Протоколирование (логгирование) программ, библиотеки для протоколирования.
11. Обзор библиотек для численного моделирования.
12. Обзор инструментов и библиотек для визуального представления результатов расчётов и экспериментов.
13. Автоматизация построения графиков с помощью GNUPlot.
14. Выбор лицензии для вновь создаваемого ПО.
15. Централизованные клиент-серверные системы контроля версий.
16. Система контроля версий subversion.
17. Система Microsoft Team Services.

Методика формирования итоговой оценки

Итоговая оценка выставляется с учетом:

1. Правил проведения аттестации, утвержденных постановлением Министерства образования Республики Беларусь № 33 от 29 мая 2012 г.
2. Положения о рейтинговой системе БГУ (редакция 2015 г.).
3. Критериев оценки студентов (10 баллов).

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название 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 (с указанием даты и номера протокола)
Информационные системы и технологии	Кафедра физической информатики и атомно-молекулярной физики	Нет изменений	Вносить изменения не требуется. Протокол № 11 от 20.04.2017
Прикладные статистические методы обработки экспериментальных данных	Кафедра физической информатики и атомно-молекулярной физики	Нет изменений	Вносить изменения не требуется. Протокол № 11 от 20.04.2017
Физические основы дистанционного зондирования	Кафедра физической информатики и атомно-молекулярной физики	Нет изменений	Вносить изменения не требуется. Протокол № 11 от 20.04.2017
Численные методы	Кафедра компьютерного моделирования	Нет изменений	Вносить изменения не требуется. Протокол № 11 от 20.04.2017
Программирование и математическое моделирование	Кафедра компьютерного моделирования	Нет изменений	Вносить изменения не требуется. Протокол № 11 от 20.04.2017

