

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

С.Т. Князев
2020 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля
1153532

Модуль
/Вычислительные методы в ядерно-энергетических
технологиях/

Екатеринбург, 2020__

| Перечень сведений о рабочей программе модуля | Учетные данные |
|--|---|
| Образовательная программа Физика высокоэнергетических процессов | Код ОП 14.04.02/33.02 |
| Направление подготовки Ядерные физика и технологии | Код направления и уровня подготовки 14.04.02 |

| № п/п | Перечень областей образования, для которых разработан СУОС УрФУ | Уровень подготовки |
|-------|---|--------------------|
| 1. | Инженерное дело, технологии и технические науки | магистратура |

Программа модуля составлена авторами:

| № п/п | Фамилия Имя Отчество | Ученая степень, ученое звание | Должность | Подразделение |
|-------|-------------------------------|-------------------------------------|-----------|--|
| 1 | Байтимиров Дамир Рафисович | К.ф.-м.н. | доцент | Кафедра Физики высоко энергетических процессов |

Руководитель модуля

Д.Р. Байтимиров

Рекомендовано учебно-методическим советом физико-технологического института
Протокол № 3 от 12.11.2020 г.

Согласовано:

Управление образовательных программ



Р.Х.Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ [Вычислительные методы в ядерно-энергетических технологиях]

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль «Вычислительные методы в ядерно-энергетических технологиях» направлен на освоение математического аппарата метода конечных элементов и получения практических навыков решения различных физических задач в различных средах моделирования.

В результате успешного освоения курса обучающийся будет знать о прикладном математическом моделировании и инженерных расчетах все, необходимое для успешной профессиональной деятельности, а именно: · что называют математическим моделированием и его роль в инженерных расчетах; · что называют прикладным пакетом математического моделирования; · каковы задачи инженерных расчетов; · методы эффективных инженерных расчетов; · технология работы в среде прикладных пакетов математического моделирования для выполнения инженерных расчетов. Также, обучающиеся получают навыки практического создания математических моделей и работы в среде типичных прикладных пакетов математического моделирования

При реализации дисциплин модуля используется традиционная технология обучения. В процессе изучения разделов дисциплин активно применяется обучение в сотрудничестве (командная, групповая работа, сетевые учебные курсы), исследовательские методы в обучении.

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

| № п/п | Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения | Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах и часах |
|------------------|--|---|
| 1. | Инженерные расчеты ядерно-энергетических технологий | 3\108 |
| 2 | Обеспечение устойчивости вычислительных процессов | 3\108 |
| ИТОГО по модулю: | | 6\216 |

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

| | |
|---------------------|---|
| Пререквизиты модуля | Фундаментальные основы ядерных технологий |
|---------------------|---|

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Изучение дисциплин модуля предусматривает формирование компетенций посредством последовательного освоения результатов обучения на определенном уровне сложности содержания.

Результаты обучения по дисциплине – это конкретные знания, умения, опыт и другие результаты (содержательные компоненты компетенций), которых планируется достичь на этапе изучения дисциплины модуля и которые должны будут продемонстрированы обучающимися и оценены преподавателем по индикаторам/измеряемым критериям. Результаты обучения формулируются глаголами в активной форме или отглагольным существительным, должны содержать индикатор/измеряемый критерий (например, самостоятельно формулировать предложения...; понимать/понимание; рассчитывать необходимое количество материалов.../ расчет необходимого количества материалов... и т.д.). При выборе глаголов полезно опираться на таксономию Блума.

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины.

Индикаторы должны учитываться при выборе и составлении заданий контрольно-оценочных мероприятий (оценочных средств) текущей и промежуточной аттестации.

Таблица 2

| Перечень дисциплин модуля | Код и наименование компетенции | Планируемые результаты обучения (индикаторы) |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| Инженерные расчеты ядерно-энергетических технологий | ПК-1 - Способен формулировать цели и задачи исследования, выбирать критерии оценки, выявлять приоритеты решения задач | <p>Формулировать-цели и задачи научных исследований по направлению деятельности, базовые принципы и методы их организации; основные источники научной информации и требования к представлению информационных материалов</p> <p>Составлять общий план работы по заданной теме, предлагать методы исследования и способы обработки результатов, проводить исследования по согласованному с руководителем плану, представлять полученные результаты</p> <p>Иметь систематические знания по направлению деятельности; углубленные знания по выбранной направленности подготовки, базовые навыки проведения научно-исследовательских работ по предложенной теме.</p> |

| | | |
|--|---|---|
| | <p>ПК-2 - Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы</p> <p>ПК-6 - Способен применять методы и средства планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований и опытно-конструкторских разработок</p> | <p>Определять-современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы; Применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы Иметь навыки применения современных методов исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы</p> <p>Характеризовать методы, средства и практику планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области ядерной физики и технологий Определять порядок проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ Применять методы и средства планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области ядерной физики и технологий Пользоваться методами учета и оценки погрешностей экспериментальных данных. Организовать или участвовать в организации внедрения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области ядерной физики и технологий</p> |
| <p>Обеспечение устойчивости вычислительных процессов</p> | <p>ПК-3 - Способен оформлять результаты научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ</p> <p>ПК-5 - Способен разрабатывать и применять математические модели процессов и объектов в своей предметной области, анализ технических и</p> | <p>Определять основы оформления результатов научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ. Оформлять результаты научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ. Иметь практический опыт оформления результатов научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ.</p> <p>Объяснить выбор математической модели для проведения анализа технических и расчетно-теоретических разработок Объяснить методики проведения исследований и разработок Обработать и анализировать результаты проведенного анализа технических и расчетно-</p> |

| | | |
|--|--|---|
| | <p>расчетно-теоретических разработок</p> | <p>теоретических разработок Применять математические модели процессов и объектов в своей предметной области Иметь практические навыки составления научно-технической и другой служебной документации Иметь практические навыки применения различных методов физических исследований в избранной предметной области: экспериментальных методов, статистических методов обработки экспериментальных данных, методов теоретической физики, вычислительных методов, современных методов математического и компьютерного моделирования объектов и процессов</p> |
|--|--|---|

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля осуществляется в очной форме

2. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИН МОДУЛЯ

[для каждой дисциплины модуля разрабатывается отдельная программа].

[Для одной и той же дисциплины модуля разными авторами может быть разработано несколько версий программ, отличающихся составителями (авторским коллективом), результатами обучения и содержанием, а также разными уровнями сложности содержания]

ПРОГРАММА МОДУЛЯ
[Вычислительные методы в ядерно-энергетических технологиях]

**РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИН
МОДУЛЯ**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ 1
[Инженерные расчеты ядерно-энергетических технологий]

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

| № п/п | Фамилия Имя Отчество | Ученая степень, ученое звание | Должность | Подразделение |
|--------------|--------------------------------|--|------------------|----------------------------------|
| 1 | Александров Олег Евгеньевич | К.ф.-м.н. | доцент | Кафедра Технической физики |

Рекомендовано учебно-методическим советом физико-технологического института

Протокол № 3 от 12.11.2020 г.

2. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ 1 [Инженерные расчеты ядерно-энергетических технологий]

2.1. Технологии обучения, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология *(ориентирована на передачу знаний и умений, обеспечивающая усвоение обучающимися содержания обучения, проверку и оценку его качества на репродуктивном уровне);*

2.2. Содержание дисциплины 1

Таблица 1.3

| Код раздела, темы | Раздел, тема дисциплины* | Содержание |
|-------------------|---|---|
| 1 | Введение | Цель и задачи дисциплины. Обзор концепций ядерной энергетики. Энергетика процессов деления тяжелых нуклидов ядерных реакторов. Краткая справка по истории возникновения и развития, и современному состоянию ЯЭУ |
| 2 | Обзор концепций развития ядерной энергетики | Требования, предъявляемые к ядерным установкам в плане надежности, экономичности. Моделирование на ЭВМ основных аварийных ситуаций в ядерных реакторах в плане изучения их самозащитности |
| 3 | Тепловые схемы АЭС | 0.1. Типы атомных станций. 0.2. Основное технологическое оборудование 0.3. Организация термодинамического цикла. Регенерация. КПД. 0.4. Выбор теплофизических параметров для получения максимального термического КПД. 0.5. Коэффициент полезного действия АЭС |
| 4 | Тепловой расчет ЯЭУ | 0.6. Функция распределения энерговыделения и потока нейтронов по радиусу активной зоны реактора. 0.7. Способы выравнивания энерговыделения. 0.8. Основные факторы, ограничивающие режимные параметры или мощность реактора. 0.9. Распределение поля температур по сечению ТВЭЛ. 0.10. Расчет технологического канала с кипением теплоносителя. 0.11. Расчет коэффициентов теплоотдачи в технологическом канале ядерного реактора. 0.12. Проверка процессов теплообмена на наличие критических тепловых потоков 0.13. Учет теплообмена в топливном блоке за счет излучения. 0.14. Гидравлика тепловыделяющего канала. 0.15. Поле температур твердого замедлителя 0.16. Тепловыделение в корпусе ядерного реактора и в биологической защите |

| | | |
|---|---|--|
| 5 | Поле температур в реакторе и его связь с нейтронно-физическими и гидравлическими процессами | <p>0.17. Реактивность. Коэффициенты реактивности. Эффективная температура</p> <p>0.18. Характерные температуры их разности и отношения.</p> <p>0.19. Отношения подогрева теплоносителя к температурному напору. Подобие температурных полей.</p> <p>0.20. Поле температур в канале реактора, выраженное через параметры подобия</p> <p>0.21. Влияние замены теплоносителя на коэффициент перегрева элементов реактора</p> <p>0.22. Коэффициенты реактивности по температуре теплоносителя, мощности и расходу</p> <p>0.23. Коэффициенты реактивности ядерного реактора</p> <p>0.24. Температурный и мощностной коэффициенты реактивности большого реактора (на примере реактора ВВЭР).</p> |
| 6 | Конструктивные формы и физические особенности ядерных реакторов | <p>0.25. Составные части, основные признаки и типы ядерных реакторов.</p> <p>0.26. Реакторы для производства делящихся нуклидов и энергетические реакторы.</p> <p>0.27. Энергетические реакторы.</p> <p>0.28. Однокомпонентный исследовательский реактор БАРС-5.</p> <p>0.29. Реактор БН-600.</p> <p>0.30. Двухкомпонентный водо-водяной энергетический реактор на тепловых нейтронах (ВВЭР).</p> <p>0.31. Реакторы с графитовым замедлителем.</p> <p>0.32. Реактор РБМК-1000.</p> |

2.3. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации

2.4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ Инженерные расчеты ядерно-энергетических технологий

Электронные ресурсы (издания)

1. В.А.Апсэ и др. Физико-технические основы современной ядерной энергетики. Перспективы и экологические аспекты. Учебное пособие. -М.:Интеллект. 2014. 296 стр.
2. О.В. Митрофанова. Гидродинамика и теплообмен закрученных потоков в каналах ядерно-энергетических установок. -М.: Физматлит. 2010. 288 стр.

Печатные издания

1. Цыканов В. А., Тепловыделяющие элементы для исследовательских реакторов, Димитровград, 2001, 248 стр.
2. Маргулова Т. Х. Атомные электрические станции. -М.: Высшая школа, 1984, 304 стр.
3. Ганчев Б. Г. и др. Ядерные энергетические установки. -М.: Энергоатомиздат, 1983, 265 стр.
4. Дементьев Б. А. Ядерные энергетические реакторы. -М.: Энергоатомиздат, 1984, 280 стр.
5. Бартоломей Г. Г. и др. Основы теории и методы расчета ядерных энергетических реакторов. - М.: Энергоатомиздат, 1989, 512 стр.

6. Доллежалъ Н. А., Емельянов И. Я. Канальный ядерный энергетический реактор. -М.: Атомиздат, 1980, 207 стр.
7. Проектирование энергетических установок с высокотемпературными газоохлаждаемыми реакторами. Под. ред. Емельянова И. Я. -М.: Энергоиздат, 1981, 231 стр.
8. Самойлов А. Г. Тепловыделяющие элементы ядерных реакторов. -М.: Энергоатомиздат, 1985, 287 стр.
9. Методическое руководство к расчетуреакторов на быстрых нейтронах к курсовому проекту по Спец курсу №4, Сост. Зыков П. Г., УГТУ-УПИ, Екатеринбург, 2001, 41 стр.
10. Методическое руководство к расчету реакторов на тепловых нейтронах к курсовому проекту по Спец курсу №4, Сост. Зыков П. Г., УГТУ-УПИ, Екатеринбург, 1998, 55 стр.
11. Митенков Ф. М. и др. Главные циркуляционные насосы АЭС. М.: Энергоатомиздат, 1988, 265 стр.
12. Подшивалов С. А. и др. Энергетические установки космических аппаратов. -М.: Энергоиздат, 1981, 315 стр.
13. Гирнис В. В. и др. Монтаж оборудования атомных электростанций. -М.: Высшая школа, 1990,
14. Герасимов В. В., Монахов А. С. Материалы атомной техники. -М.: Энергоиздат, 1982.
15. Кириллов П. Л., Юрьев Ю. С., Бобков В. П., Справочник по тепло-гидравлическим расчетам, М.: Энергоатомиздат, 1984, 293 стр.
16. Гордеев И. В., Кондрашов Д. А., Малышев А. В., Ядерно-физические константы, Справочник, М.: Госатомиздат, 1963, 318 стр.

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

- Зональная научная библиотека УрФУ со свободным доступом по студенческому билету для студентов УрФУ (<http://lib.urfu.ru/>);
- Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ (<http://study.urfu.ru/>);

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

- <http://window.edu.ru/library> Электронная библиотека Федерального портала по российскому образованию.
- <http://www.bibliorossica.com>. Тестовый доступ к ресурсам библиотеки «БиблиоРоссика» от американского издательства Academic Studies Press (Бостон, США).
- Зональная научная библиотека УрФУ со свободным доступом по студенческому билету для студентов УрФУ (<http://lib.urfu.ru/>);
- <http://elementy.ru/law/vuz.htm> Научно-популярный проект «Элементы»
- <http://atomicexpert.com> Журнал «Атомный эксперт», электронный ресурс

2.5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ Инженерные расчеты ядерно-энергетических технологий

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением ауд.

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Ф429

Таблица 3.1

| № п/п | Виды занятий | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа |
|-------|---|---|--|
| 1 | Лекционные занятия Практические занятия, Самостоятельная работа студентов | <p>Столы письменные (малые) - 11 шт., столы письменные (большие) - 6 шт., стулья - 34 шт., шкафы для бумаг - 2 шт., рабочее место преподавателя (стол, стул) - 1 шт., кафедра презентационная - 1 шт., Компьютер (HP 8200 Elite MidiTower Core i3-2120 2GB DDR3 PC3-10600, 500GB SATA, DVD+ / -RW, keyboard, mouse, GigLAN, Win7Pro 32bit) - 1 шт., Монитор (DELL ST2220T 17") - 1 шт.,Проектор (NEC U310W) - 1 шт., Интерактивная доска (polyvision epo classic 2810 96") - 1 шт., Телевизионная панель (Samsung ME46B) - 1 шт., Документ-камера (AVerVision CP135) - 1 шт., Звуковое оборудование (Aparit MAS). Неограниченный доступ к сети Интернет, аптечка, огнетушитель ОУ-5</p> | <p>Операционная система Windows XP– лицензия № 41251593, срок действия с 01.02.2017 по 01.02.2019; Браузер Google Chrome – свободное ПО; MS Office 2007/2010 - лицензия № 42095516, срок действия – б/с.</p> |

ПРОГРАММА МОДУЛЯ

[Вычислительные методы в ядерно-энергетических технологиях]

РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИН МОДУЛЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ 2

[Обеспечение устойчивости вычислительных процессов]

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

| № п/п | Фамилия Имя Отчество | Ученая степень, ученое звание | Должность | Подразделение |
|-------|--------------------------------|----------------------------------|-----------|----------------------------------|
| 1 | Александров Олег Евгеньевич | К.ф-м.н. | доцент | Кафедра Технической физики |

Рекомендовано учебно-методическим советом физико-технологического института
[полное наименование института, в котором разработана программа дисциплины]

Протокол № 3 от 12.11.2020 г.

2. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ 2 [Обеспечение устойчивости вычислительных процессов]

2.1. Технологии обучения, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология (*ориентирована на передачу знаний и умений, обеспечивающая усвоение обучающимися содержания обучения, проверку и оценку его качества на репродуктивном уровне*);

2.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.3

| Код раздела, темы | Раздел, тема дисциплины* | Содержание |
|-------------------|--|--|
| 1 | Введение | Понятие вычислительной задачи. Некоторые требования к вычислительным задачам: постановка задачи, корректность (существование, единственность и устойчивость решения), некорректные задачи, обусловленность задачи, выбор и вычислительная сложность алгоритма, погрешность (точность) численного метода, сходимость численного метода, эффективность, экономичность, аварийные остановы. |
| 2 | Теория устойчивости ОДУ и систем ОДУ | 2.1. Основные понятия теории устойчивости ОДУ и систем ОДУ (определения устойчивости, нулевое решение и точка покоя). 2.2. Основные теоремы и определения устойчивости СЛДУ. Устойчивость СЛДУ с постоянной матрицей. 2.3. Критерий Гурвица. Критерий Михайлова. 2.4. |
| 3 | Теория устойчивости дифференциальных уравнений в частных производных | Основные определения. Математическое описание устойчивости дифференциальных уравнений в частных производных. Обусловленность, сходимость и устойчивость методов их решения. |
| 4 | Устойчивость численных методов решения дифференциальных уравнений | Явные и неявные методы решения задачи Коши, их устойчивость. Устойчивость численных методов решения задачи Коши. Нуль-устойчивость, абсолютная устойчивость. Понятие о жестких задачах, методы решения жестких задач. |
| 5 | Устойчивость разностных схем | Устойчивость разностных схем. Энергетический признак устойчивости. Энергетическое тождество. Необходимое и достаточное условие устойчивости разностной схемы. |

2.3. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации.

2.4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

[Обеспечение устойчивости вычислительных процессов]

Электронные ресурсы (издания)

1. Амосов, А.А. Вычислительные методы : учебное пособие / А. А. Амосов, Ю. А. Дубинский, Н. В. Копченова .— 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2014 .— 672 с. : ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература) .— Библиогр.: с. 648-654 (150 назв.) .— Предм. указ.: с. 655-666 .— ISBN 978-5-8114-1623-3.
2. Вержбицкий, В.М. Численные методы. Линейная алгебра и нелинейные уравнения / Вержбицкий В. М. — Москва : Директ-Медиа, 2013 .— 432 с. — ISBN 978-5-4458-3875-3
3. Вержбицкий, В.М. Численные методы математической физики / Вержбицкий В. М. — Москва : Директ-Медиа, 2013 .— 212 с. — ISBN 978-5-4458-3871-5 .
4. Вержбицкий, В.М. Численные методы (математический анализ и обыкновенные дифференциальные уравнения) / Вержбицкий В. М. — Москва : Директ-Медиа, 2013 .— 400 с. — ISBN 978-5-4458-3876-0 .—
5. Швыдкий, В.С. Методы численного решения инженерных задач : учеб. пособие для студентов специальностей направления 270100 "Стр-во" всех форм обучения / В. С. Швыдкий, В. Я. Дзюзер ; под общ. ред. В. Я. Дзюзера .— Екатеринбург : АМБ, 2010 .— 400 с. : ил. ; 21 см .— Библиогр.: с. 396. — Допущено в качестве учебного пособия .— ISBN 978-5-8057-0721-7.
6. Рено, Н.Н. Численные методы : учеб. пособие [для вузов] / Н. Н. Рено .— М. : Книжный дом "Университет", 2007 .— 100 с. : ил. — ISBN 978-5-98227-310-9.
7. Шампайн, Л. Ф. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений с использованием MATLAB : учеб. пособие / Л. Ф. Шампайн, И. Гладвел, С. Томпсон ; пер. с англ. И. А. Макарова .— Санкт-Петербург : Лань, 2009 .— 304 с. : ил. ; 21 см .— (Учебники для вузов, Специальная литература) .— Предм. указ.: с. 293-299. — Библиогр.: с. 286-292 127 назв.). — без грифа .— ISBN 978-5-8114-1033-0

Печатные издания

1. Соболева, О.Н. Введение в численные методы / Соболева О. Н. — Новосибирск : НГТУ, 2011 .— 64 с. — ISBN 978-5-7782-1776-8 .
2. Рашиков, В.И. Численные методы. Компьютерный практикум / Рашиков В. И. — Москва : МИФИ, 2010 .— 132 с. — ISBN 978-5-7262-1223-4 .
3. Бахвалов, Н.С. Численные методы / Бахвалов Н. С. ; Жидков Н. П. ; Кобельков Г. М. — 7-е изд. (эл.) .— Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012 .— 636 с. — (Классический университетский учебник) .— ISBN 978-5-9963-0802-6 .
4. Тихонов, А.Н. Методы решения некорректных задач : [учебное пособие для вузов по специальности "Прикладная математика"] / А. Н. Тихонов, В. Я. Арсенин .— 3-е изд., испр. — Москва : Наука, 1986 .— 286, [1] с. : граф. — Библиогр.: с. 271-284 .— Предм. указ.: с. 285-287.
5. Годунов, С.К. Разностные схемы. Введение в теорию : [учебное пособие для университетов и вузов по специальности "Прикладная математика"] / С. К. Годунов, В. С. Рябенский .— 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Наука, 1977 .— 439 с. : ил. — Библиогр.: с. 434-435 (29 назв.) .— Предм. указ.: с. 436-439.
6. Бахвалов, Н.С. Численные методы в задачах и упражнениях : Учеб. пособие для вузов / Н.С. Бахвалов, А.В. Лапин, Е.В. Чижонков; Под ред. В.А. Садовниченко .— М. : Высш. шк., 2000 .— 190 с. — (Высшая математика) .— Библиогр.: с. 188 (16 назв.). — без грифа .— ISBN 5-06-003684-7 : 22.60.
7. Русаков, С.В. Разностные сплайн-схемы для задач тепло- и массопереноса / С. В. Русаков .— Иркутск : Издательство Иркутского университета, 1990 .— 123 с. : ил. ; 20 см .— Библиогр.: с. 119-123 (64 назв.) .— ISBN 5-7430-0164.

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. www.study.urfu.ru Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ
2. www.google.com
3. Государственная публичная научно-техническая библиотека: <http://www/gpntb.ru>
4. Библиотека УрФУ: <http://lib.urfu.ru>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ (www.study.urfu.ru).
2. Портал proCAE (<http://www.procae.ru>).
3. Федеральный образовательный портал (<http://www.edu.ru/>).
4. Электронные образовательные Интернет-ресурсы нового поколения ([http://eor-
np.ru/](http://eor-
np.ru/)).
5. Русская виртуальная библиотека (<http://www.rvb.ru/>).

2.5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 2

[Обеспечение устойчивости вычислительных процессов]

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Ф429

Таблица 3.1

| № п/п | Виды занятий | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа |
|-------|---|---|---|
| | Лекции; Практические занятия; обучение; Семинарские занятия; Консультации; Самостоятельная работа студентов; | Столы письменные (малые) - 11 шт., столы письменные (большие) - 6 шт., стулья - 34 шт., шкафы для бумаг - 2 шт., рабочее место преподавателя (стол, стул) - 1 шт., кафедра презентационная - 1 шт., Компьютер (HP 8200 Elite MidiTower Core i3-2120 2GB DDR3 PC3-10600, 500GB SATA, DVD+ / -RW, keyboard, mouse, GigLAN, Win7Pro 32bit) - 1 шт., Монитор (DELL ST2220T 17") - 1 шт.,Проектор (NEC U310W) - 1 шт., Интерактивная доска (polyvision eno classic 2810 96") - 1 шт., Телевизионная панель (Samsung ME46B) - 1 шт., Документ-камера (AVerVision CP135) - 1 шт., Звуковое оборудование (Apart MAS). | Операционная система Windows XP– лицензия № 41251593, срок действия с 01.02.2017 по 01.02.2019; Браузер Google Chrome – свободное ПО; MS Office 2007/2010 - лицензия № 42095516, срок действия – б/с. |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | Неограниченный доступ к сети Интернет, аптечка, огнетушитель ОУ-5 | |
|--|--|--|--|