

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
С.Т. Князев
2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля
1155028

Модуль
Математическое моделирование
физических процессов

Екатеринбург, 2021

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа Проектирование и эксплуатация атомных станций	Код ОП 14.05.02/33.01
Направление подготовки Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг	Код направления и уровня подготовки 14.05.02

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Климова Виктория Андреевна	–	Старший преподаватель	Кафедра атомных станций и возобновляемых источников энергии

Руководитель модуля



В. А. Климова

Рекомендовано учебно-методическим советом института: Уральский энергетический институт

Протокол № 109 от 10.02.2021г.

Согласовано:

Управление образовательных программ



Р.Х.Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ *Математическое моделирование физических процессов*

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль «Математическое моделирование физических процессов» направлен на формирование компетенций, необходимых для решения научно-исследовательских, проектных и производственно-технологических задач профессиональной деятельности.

Цель обучения – формирование практических умений и навыков математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований. Модуль образуют две дисциплины.

В ходе освоения дисциплины «Методы математического моделирования физических процессов» изучаются роль математического моделирования в научной и инженерной деятельности, основные подходы к построению математических моделей, математический аппарат численного решения задач (решения систем линейных алгебраических уравнений, минимизации функций, численного интегрирования, решения дифференциальных уравнений в полных и частных производных и др.). Рассматриваются примеры описания физических явлений и процессов с помощью математических моделей. Обучающиеся приобретают способность применять методы математического моделирования для решения практических задач в области атомной энергетики и технологий, в том числе оценивать погрешности, возникающие при численном решении задач. Формируются практические умения и навыки численной постановки задач, выбора численного метода решения и разработки компьютерной программы для решения задачи.

Дисциплина «Компьютерное моделирование физических процессов» направлена на изучение основных принципов использования компьютерных систем автоматизированного моделирования. На примере пакетов вычислительной гидродинамики изучаются математические модели и управляющие уравнения программ, методы постановки задачи компьютерного эксперимента, принципы построения расчетных сеток. В ходе выполнения лабораторных и практических работ студенты приобретают навыки создания твердотельной модели, постановки задачи и анализа результатов моделирования, оформления отчета по компьютерному эксперименту.

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
1.	Методы математического моделирования физических процессов	7
2.	Компьютерное моделирование физических процессов	4
3.	Проект по модулю	1
ИТОГО по модулю:		12

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	<i>Научно-фундаментальные основы</i>
---------------------	--------------------------------------

	<i>профессиональной деятельности</i> <i>Введение в профессиональную деятельность</i>
Постреквизиты и коррективы модуля	<i>Основы научных исследований</i> <i>Тепломеханическое оборудование АЭС</i> <i>Физика и конструкции ядерных реакторов</i>

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

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Методы математического моделирования физических процессов	ОПК-2 - Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа	3-1 - Сделать обзор основных методов моделирования и математического анализа, применимых для формализации и решения задач профессиональной деятельности 3-2 - Характеризовать сферы применения и возможности пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности У-2 - Использовать методы моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности П-1 - Решать самостоятельно сформулированные практические задачи, относящиеся к профессиональной деятельности методами моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ
	ОПК-7 - Способен планировать и управлять жизненным циклом инженерных продуктов и технических объектов, включая стадии замысла, анализа требований, проектирования, изготовления, эксплуатации, поддержки, модернизации, замены и утилизации	3-1 - Изложить принципы имитационного моделирования для принятия инженерных решений У-1 - Формулировать инженерные задачи с учетом формализованных требований
	ПК-2 - Способен использовать базовые знания естественнонаучных	3-11 - Привести примеры методов математического анализа и моделирования, используемых в сфере ядерной энергетики и технологий

	дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в сфере ядерной энергетики и технологий	У-9 - Определять оптимальные методы математического анализа и моделирования для решения поставленных задач У-11 - Выбирать стандартные пакеты автоматизированного проектирования и научных исследований для решения задач в области профессиональной деятельности П-5 - Разрабатывать математические модели процессов, протекающих в оборудовании объектов использования атомной энергии
Компьютерное моделирование физических процессов	ОПК-5 - Способен планировать, организовывать и контролировать работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования и технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности	З-4 - Показать возможности использования цифровых технологий (создание цифровых двойников) для оптимизации работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем У-4 - Использовать при необходимости техники цифрового моделирования при выполнении работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем
	ОПК-7 - Способен планировать и управлять жизненным циклом инженерных продуктов и технических объектов, включая стадии замысла, анализа требований, проектирования, изготовления, эксплуатации, поддержки, модернизации, замены и утилизации	З-1 - Изложить принципы имитационного моделирования для принятия инженерных решений У-1 - Формулировать инженерные задачи с учетом формализованных требований У-3 - Использовать программные пакеты при построении имитационной модели разрабатываемой системы или использующей системы П-1 - Освоить практики построения и применения имитационных моделей в процессе проектирования Д-1 - Проявлять настойчивость в достижении цели; Внимательность; Аналитические умения
	ПК-2 - Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического	З-13 - Характеризовать основные управляющие уравнения, положенные в основу пакетов вычислительной гидродинамики, а также методы построения сеток и численного решения задач У-8 - Выбирать справочные данные для решения задач, в том числе в цифровой среде

	<p>анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в сфере ядерной энергетики и технологий</p>	<p>У-10 - Выбирать методы теоретического и экспериментального исследования с учетом специфики поставленной задачи У-11 - Выбирать стандартные пакеты автоматизированного проектирования и научных исследований для решения задач в области профессиональной деятельности П-8 - Иметь практический опыт постановки и решения задач теплообмена П-11 - Применять программные комплексы вычислительной гидродинамики и инженерного анализа для решения исследовательских и проектно-конструкторских задач</p>
	<p>ПК-10 - Способен оформлять результаты работы и научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ</p>	<p>З-3 - Описывать методы и инструменты статистической обработки экспериментальных данных на компьютере У-3 - Использовать математические пакеты и электронные таблицы для обработки экспериментальных данных У-5 - Применять методы математической и графической обработки результатов расчетов и измерений</p>
<p>Проект по модулю</p>	<p>ПК-2 - Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в сфере ядерной энергетики и технологий</p>	<p>З-11 - Привести примеры методов математического анализа и моделирования, используемых в сфере ядерной энергетики и технологий З-13 - Характеризовать основные управляющие уравнения, положенные в основу пакетов вычислительной гидродинамики, а также методы построения сеток и численного решения задач У-8 - Выбирать справочные данные для решения задач, в том числе в цифровой среде У-9 - Определять оптимальные методы математического анализа и моделирования для решения поставленных задач У-11 - Выбирать стандартные пакеты автоматизированного проектирования и научных исследований для решения задач в области профессиональной деятельности</p>

		П-11 - Применять программные комплексы вычислительной гидродинамики и инженерного анализа для решения исследовательских и проектно-конструкторских задач
	ПК-10 - Способен оформлять результаты работы и научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ	П-2 - Иметь практический опыт оформления отчета по научно-исследовательской работе, содержащего графики, таблицы, формулы, библиографический список П-3 - Иметь практический опыт использования пакетов офисных программ для оформления результатов научно-исследовательской деятельности

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной форме.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Климова Виктория Андреевна	–	Старший препода- ватель	Кафедра атомных станций и возобновляемых источников энергии

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ

Авторы:

- Климова Виктория Андреевна, старший преподаватель, кафедра «Атомные станции и возобновляемые источники энергии»

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология;
- С применением электронного обучения на основе электронных учебных курсов, размещенных на LMS-платформах УрФУ
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение в математическое моделирование	Моделирование как научный прием. Краткие сведения о физических моделях. Элементы теории подобия. Постановка задачи и этапы математического моделирования. Классификация моделей. Погрешности численного решения задач.
P2	Математические модели в форме алгебраических уравнений	Области применения, пример формирования модели. Прямые и итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Численные методы решения нелинейных алгебраических и трансцендентных уравнений и их систем.
P3	Задачи интерполяции и аппроксимации	Постановка задачи интерполяции. Интерполяция полиномами, полином Лагранжа, полином Ньютона. Интерполяция сплайнами. Построение эмпирических моделей на основе аппроксимации данных. Метод наименьших квадратов. Экстраполяция.
P4	Численное интегрирование и дифференцирование	Формулы численного интегрирования. Метод Монте-Карло. Математические модели в форме интегральных уравнений. Конечно-разностная аппроксимация производной.
P5	Математические модели в форме обыкновенных дифференциальных уравнений	Примеры формирования моделей. Численные методы решения задачи Коши: метод Эйлера, метод Рунге-Кутты, многошаговые методы. Численные методы решения краевой задачи: конечно-разностный метод, метод стрельбы.
P6	Дифференциальные уравнения в частных производных и их	Классификация, области применения и примеры моделирования. Численные методы решения: метод конечных разностей, метод конечных элементов.

	применение в моделировании	Начальные и граничные условия. Построение расчетной сетки.
P7	Разнообразие математических моделей	Постановка задачи оптимизации, методы одномерной и многомерной оптимизации, линейная оптимизация, примеры задач. Детерминированные и стохастические математические модели. Применение метода Монте-Карло для моделирования проникновения нейтрона через пластину. Моделирование тепловой схемы электростанции. Модели на основе интегральных и дифференциальных уравнений.

1.3. Программа дисциплины реализуется:

на государственном языке Российской Федерации (русский).

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»

Электронные ресурсы (издания)

1. Введение в математическое моделирование : учебное пособие / ред. П.В. Трусов. – Москва : Логос, 2004. – 439 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=84691> (дата обращения: 17.02.2021). – ISBN 5-94010-272-7. – Текст : электронный.
2. Диков, А.В. Математическое моделирование и численные методы : учебное пособие / А.В. Диков, С.В. Степанова ; ред. Г.В. Сугробов. – Пенза : Пензенский государственный педагогический университет (ПГПУ), 2000. – 162 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=96973> (дата обращения: 17.02.2021). – Текст : электронный.
3. Губарь, Ю.В. Введение в математическое моделирование : практическое пособие / Ю.В. Губарь ; Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ". – Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2007. – 153 с. : табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233992> (дата обращения: 17.02.2021). – Текст : электронный.
4. Ляшков, В.И. Математическое моделирование и алгоритмизация задач теплоэнергетики : учебное пособие / В.И. Ляшков ; Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2012. – 139 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277818> (дата обращения: 17.02.2021). – Библиогр.: с. 123. – Текст : электронный.
5. Моделирование физических процессов в ядерных реакторах: лабораторный практикум / А.Г. Наймушин, Ю.Б. Чертков, М.Н. Аникин, И.И. Лебедев ; Министерство образования Российской Федерации, Национальный исследовательский Томский государственный университет. – Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2015. – 111 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=442771> (дата обращения: 17.02.2021). – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.

Печатные издания

1. Заварыкин, Валерий Михайлович. Численные методы : [для физ.-мат. специальностей пед. ин-тов] / В. М. Заварыкин, В. Г. Житомирский, М. П. Лапчик .— Москва : Просвещение, 1991 .— 174 с. : ил. ; 22 см .— (Учебное пособие для педагогических институтов) .— Библиогр.: с. 173 (18 назв.). — допущено в качестве учебного пособия .— ISBN 5090005990 (25 экз.)
2. Волков, Евгений Алексеевич. Численные методы : учеб. пособие / Е. А. Волков .— Изд. 3-е, испр. — Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2004 .— 256 с. : ил. ; 21 см .— (Учебники для вузов, Специальная литература) .— Библиогр.: с. 245 (23 назв.). — Предм. указ.: с. 246-248. — ISBN 5-8114-0538-3. (20 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

- Реферативная БД Scopus
- Реферативная БД Web of Science
- Реферативная БД Elibrary

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

Отсутствуют.

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя, оснащённое персональным компьютером Доска аудиторная Периферийное устройство	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Mathcad 14
3	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG

		Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Персональные компьютеры по количеству обучающихся	SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Mathcad 14
4	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не требуется
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Персональные компьютеры по количеству обучающихся	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Mathcad 14

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Климова Виктория Андреевна	–	Старший препода- ватель	Кафедра атомных станций и возобновляемых источников энергии

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ

Авторы:

- Климова Виктория Андреевна, старший преподаватель, кафедра «Атомные станции и возобновляемые источники энергии»

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология;
- С применением электронного обучения на основе электронных учебных курсов, размещенных на LMS-платформах УрФУ
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение в компьютерное моделирование	Цели и возможности компьютерного моделирования. Автоматизированные системы моделирования. Постановка задачи компьютерного моделирования. Компьютерное моделирование в исследованиях и в проектировании. Математические модели, расчетные сетки: метод конечных элементов, метод конечных объемов. Построение твердотельной модели в пакете Solidworks.
P2	Пакеты вычислительной динамики	Математическая модель в основе пакетов вычислительной гидродинамики. Построение расчетной сетки. Требования к моделям для анализа гидродинамики и теплообмена. Проведение компьютерного эксперимента в пакете Flow Simulation. Постановка задачи. Верификация модели. Вывод и анализ результатов. Оформление отчета.
P3	Применение компьютерного моделирования для проектирования	Детали, сборки и чертежи: автоматизация создания рабочей документации на основе трехмерной модели. Работа с конфигурациями модели. Оптимизация конструкции модели. Прочностные расчеты, исследование движения с помощью средств автоматизированного проектирования. Имитационное моделирование: основные принципы, этапы работы.

1.3. Программа дисциплины реализуется:

на государственном языке Российской Федерации (русский).

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электронные ресурсы (издания)

1. Основы САПР : учебное пособие / И.В. Крысова, М.Н. Одинец, Т.М. Мясоедова, Д.С. Корчагин ; Минобрнауки России, Омский государственный технический университет. – Омск : Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2017. – 92 с. : табл., граф., схем, ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493424> (дата обращения: 17.02.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8149-2423-0. – Текст : электронный.

2. Мясоедова, Т.М. 3D-моделирование в САПР AutoCAD : учебное пособие / Т.М. Мясоедова, Ю.А. Рогоза ; Минобрнауки России, Омский государственный технический университет. – Омск : Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2017. – 112 с. : табл., схем., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493417> (дата обращения: 17.02.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8149-2498-8. – Текст : электронный.

Печатные издания

Не используются.

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

- Реферативная БД *Scopus*
- Реферативная БД *Web of Science*
- Реферативная БД *Elibrary*

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

- Thermalinfo.ru – справочные данные по теплофизическим свойствам веществ

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя, оснащённое персональным компьютером Доска аудиторная Периферийное устройство	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc

		соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Mathcad 14 SolidWorks Education Edition (SWEE) с дополнительным модулем SWE-PDM
3	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Персональные компьютеры по количеству обучающихся	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Mathcad 14 SolidWorks Education Edition (SWEE) с дополнительным модулем SWE-PDM
4	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не требуется
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Персональные компьютеры по количеству обучающихся	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Mathcad 14 SolidWorks Education Edition (SWEE) с дополнительным модулем SWE-PDM