

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  
«\_\_» \_\_\_\_\_

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1165675	Применение машинных методов расчета для научно-технических разработок

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
<b>Образовательная программа</b> 1. Химическая технология 2. Химическая технология неорганических, органических веществ, природных энергоносителей и лекарственных препаратов 3. Химическая технология материалов новой техники 4. Технология высокотемпературных неметаллических конструкционных и функциональных изделий и наноматериалов 5. Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии	<b>Код ОП</b> 1. 18.03.01/33.01 2. 18.03.01/33.03 3. 18.03.01/33.02 4. 18.03.01/33.04 5. 18.03.02/33.01
<b>Направление подготовки</b> 1. Химическая технология; 2. Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии; 3. Биотехнология	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 18.03.01; 2. 18.03.02; 3. 19.03.01

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Морданов Сергей Вячеславович	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	машин и аппаратов химических и атомных производств

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ **Применение машинных методов расчета для научно-технических разработок**

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль направлен на формирование компетенций по применению методов машинного (автоматизированного) расчета и математического моделирования типовых и нестандартных научно-технических задач химической и биотехнологической промышленности и смежных производственных отраслей, в том числе задач планирования экспериментальных исследований и обработки результатов экспериментальных измерений. Особое внимание уделяется численным методам и алгоритмам решения задач с обратными связями, характерными для химико-технологических и биотехнологических процессов и систем. В качестве основного инструмента реализации алгоритмов машинного расчета рассматривается язык программирования Python. Реализация основных расчетных алгоритмов показана преимущественно на примере использования стандартных библиотек Python.

## 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	Применение машинных методов расчета для научно-технических разработок	3
ИТОГО по модулю:		3

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	<ol style="list-style-type: none"><li>Информационные технологии и сервисы</li><li>Научно-фундаментальные основы профессиональной деятельности</li></ol>
Постреквизиты и кореквизиты модуля	<ol style="list-style-type: none"><li>Основы химико-технологических процессов</li></ol>

## 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
Применение машинных	ПК-ДК - Способность решать	З-1 - Сделать обзор основных тенденций трансформации рынка труда, причин

<p>методов расчета для научно-технических разработок</p>	<p>профессиональные задачи и выполнять трудовую деятельность в определенной профессиональной области в целях расширения профессиональной и социальной мобильности в условиях быстрых изменений на рынке труда, социальной, экономической и геополитической ситуации</p>	<p>изменений социальной, экономической и геополитической ситуации</p> <p>З-2 - Описывать собственные образовательные и профессиональные потребности в получении дополнительной квалификации</p> <p>З-3 - Характеризовать особенности профессиональной деятельности по дополнительной квалификации в определенной профессиональной области</p> <p>З-4 - Описывать подходы, технологии, методы, инструменты применения знаний, умений и опыта, полученных в результате освоения дополнительной квалификации в определенной профессиональной области</p> <p>У-1 - Обосновать необходимость в получении дополнительной квалификации в определенной профессиональной области на основе анализа основных тенденций трансформации рынка труда, причин изменений социальной, экономической и геополитической ситуации и собственных образовательных и профессиональных потребностей</p> <p>У-2 - Оценивать варианты решения профессиональных задач по дополнительной квалификации в определенной профессиональной области</p> <p>У-3 - Выбирать подходы, технологи, методы и инструменты применения знаний, умений и опыта, полученных по дополнительной квалификации в определенной профессиональной области для решения профессиональных задач</p> <p>П-1 - Составить обоснованный прогноз востребованности дополнительной квалификации в определенной профессиональной области с учетом развития рынка труда, изменений социальной, экономической, геополитической ситуации и собственных образовательных и профессиональных потребностей</p> <p>П-2 - Самостоятельно предлагать обоснованные решения профессиональных задач на основе полученной</p>
--	---	--

		<p>дополнительной квалификации в определенной профессиональной области</p> <p>П-3 - Составить обоснованные предложения по оптимизации подходов, технологий, методов и инструментов применения знаний, умений и опыта по дополнительной квалификации в определенной профессиональной области</p> <p>Д-1 - Демонстрировать самостоятельность, инициативность, ответственность при освоении дополнительной квалификации</p>
--	--	--

### **1.5. Форма обучения**

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Применение машинных методов расчета для**  
**научно-технических разработок**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Морданов Сергей Вячеславович	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	машин и аппаратов химических и атомных производств

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Химико-технологический**

Протокол № 2 от 20.05.2024 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- 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;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение в модуль. Химико-технологические и биотехнологические процессы и системы как объект машинного расчета.	Химико-технологический и биотехнологический процесс как система, элементы и связи химико-технологических процессов и систем. Типы связей: последовательные, параллельные, обратные, обводные. Входные и выходные сигналы. Химико-технологические и биотехнологические системы как объект моделирования. Свойства математических моделей и требования, предъявляемые к ним.
P2	Работа со справочными и экспериментальными данными при выполнении машинных расчетов. Интерполяция, аппроксимация.	Работа со справочными данными при выполнении машинных расчетов. Интерполяция дискретных (табличных) наборов данных. Линейная интерполяция и интерполяция методом ближайшего соседа. Особенности реализации метода линейной интерполяции в машинном расчете химико-технологических и биотехнологических процессов. Обработка исключений. Аппроксимация дискретных распределений непрерывными функциями. Расчет теплофизических и химических свойств веществ, материалов, технологических сред и систем по табличным данным.
P3	Итерационные методы решения систем уравнений. Метод последовательных приближений. Метод Зейделя	Метод последовательных приближений (метод простых итераций) и метод Зейделя. Применение метода последовательных приближений для решения химико-технологических и биотехнологических задач с обратной связью. Особенности реализации метода последовательных приближений для машинного расчета химико-технологических и биотехнологических процессов. Обработка исключений. Расчет теплового и материального баланса барометрического конденсатора методом последовательных приближений.

P4	Численные методы расчета и поиска корней уравнений. Метод сканирования. Метод половинного деления.	Метод сканирования и метод половинного деления. Особенности реализации методов сканирования и половинного деления в машинном расчете химико-технологических и биотехнологических процессов. Расчет теплового и материального баланса емкости временного хранения для заранее неизвестного количества входящих потоков методами простого сканирования и половинного деления.
P5	Обработка результатов измерений. Регрессия. Метод наименьших квадратов. Применение методов планирования эксперимента к задачам математического моделирования и машинного расчета химико-технологических и биотехнологических задач.	Экспериментальные измерения. Погрешности экспериментальных измерений: инструментальная погрешность, случайная погрешность. Оценка случайной погрешности измерений, статистика Стьюдента-Грэмса (t-тест), ГОСТ Р 8.736-2011. Алгоритмизация статистической обработки результатов экспериментальных измерений. Погрешность определения косвенных величин. Аппроксимация. Регрессия. Метод наименьших квадратов. Применение метода наименьших квадратов для регрессионной обработки результатов экспериментальных измерений. Приложения методов планирования эксперимента к задачам математического моделирования и машинного расчета химико-технологических и биотехнологических задач: планы первого и второго порядка.
P6	Основы конечно-разностных методов. Метод Эйлера.	Основы численного интегрирования и численного дифференцирования. Основы конечно-разностных методов. Метод Эйлера, методы Рунге-Кутты. Особенности реализации конечно-разностных методов в машинном расчете химико-технологических и биотехнологических процессов. Расчет тепловой нагрузки на систему охлаждения реактора в нестационарном режиме работы конечно-разностными методами.
P7	Объектно-ориентированное программирование в задачах отрасли.	Императивное программирование. Процедурное и объектно-ориентированное программирование. Объектно-ориентированное программирование в Python для задач машинного расчета химико-технологических и биотехнологических процессов. Разработка алгоритма и программы обработки статистических данных измерений параметров химико-технологических процессов и экспериментов: нахождение среднего арифметического значения и среднеквадратичного отклонения, аппроксимация данных по методу наименьших квадратов.
P8	Алгоритмы расчета типовых процессов и оборудования	Разработка алгоритма гидравлических расчетов: вычисление критериев подобия задачи, определение режима течения, вычисление гидравлического сопротивления при течении в трубопроводах. Разработка алгоритма теплового расчета кожухотрубного теплообменника. Разработка алгоритма расчета теплового и материального баланса выпарного аппарата. Разработка алгоритма расчета равновесия в системе пар-жидкость: численный расчет равновесия паровой и жидкой фаз многокомпонентной системы для тарелки ректификационной колонны с учетом КПД тарелки.

		Разработка алгоритма расчета концентраций веществ в реакторе идеального вытеснения путем численного решения систем дифференциальных уравнений с последующим табличным и графическим представлением результатов.
--	--	---

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-ДК - Способность решать профессиональные задачи и выполнять трудовую деятельность в определенной профессиональной области в целях расширения профессиональной и социальной мобильности в условиях быстрых изменений на рынке труда, социальной, экономической и геополитической ситуации	З-4 - Описывать подходы, технологии, методы, инструменты применения знаний, умений и опыта, полученных в результате освоения дополнительной квалификации в определенной профессиональной области  У-3 - Выбирать подходы, технологии, методы и инструменты применения знаний, умений и опыта, полученных по дополнительной квалификации в определенной профессиональной области для решения профессиональных задач  П-3 - Составить обоснованные предложения по оптимизации

				<p>подходов, технологий, методов и инструментов применения знаний, умений и опыта по дополнительной квалификации в определенной профессиональной области</p> <p>Д-1 - Демонстрировать самостоятельность, инициативность, ответственность при освоении дополнительной квалификации</p>
--	--	--	--	---

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Применение машинных методов расчета для научно-технических разработок

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Златопольский, Д. М.; Основы программирования на языке Python : учебник.; ДМК Пресс, Москва; 2018; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=686745> (Электронное издание)
2. Карякин, М. И.; Технологии программирования и компьютерный практикум на языке Python : учебное пособие.; Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Таганрог; 2022; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=698687> (Электронное издание)
3. Хахаев, И. А.; Практикум по алгоритмизации и программированию на Python: курс : учебное пособие.; Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», Москва; 2016; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429256> (Электронное издание)
4. Хемминг, Р. В., Гутер, Р. С.; Численные методы: для научных работников и инженеров : монография.; Наука, Москва; 1972; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=456956> (Электронное издание)
5. Зализняк, В. Е.; Основы научных вычислений. Введение в численные методы для физиков и инженеров; Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, Москва, Ижевск; 2019; <http://www.iprbookshop.ru/91976.html> (Электронное издание)
6. Закгейм, А. Ю.; Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие.; Логос, Москва; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=84988> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. , Борисов, Г. С., Брыков, В. П., Дытнерский, Ю. И., Каган, С. З.; Основные процессы и аппараты химической технологии. Пособие по проектированию : учеб. пособие для студентов хим.-технол. специальностей вузов.; Альянс, Москва; 2008 (21 экз.)
2. Дытнерский, Ю. И.; Процессы и аппараты химической технологии : учебник для вузов : в 2 кн. Ч. 1. Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты; Химия, Москва; 1995 (24 экз.)
3. Дытнерский, Ю. И.; Процессы и аппараты химической технологии : учебник для вузов : в 2 кн. Ч. 2. Массообменные процессы и аппараты; Химия, Москва; 1995 (24 экз.)
4. Гельперин, Н. И.; Основные процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие для вузов : в 2 кн. Кн. 1. ; Химия, Москва; 1981 (21 экз.)
5. Гельперин, Н. И.; Основные процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие для вузов : в 2 кн. Кн. 2. ; Химия, Москва; 1981 (19 экз.)
6. Плановский, А. Н.; Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии : учебник для вузов по специальности "Машины и аппараты химических производств".; Химия, Москва; 1987 (31 экз.)
7. Скобло, А. И., Молоканов, Ю. К., Трегубова, И. А.; Процессы и аппараты нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности : Для нефт. специальностей вузов.; Химия, Москва; 1982 (13 экз.)
8. Касаткин, А. Г.; Основные процессы и аппараты химической технологии : учеб. для вузов.; Альянс, Москва; 2009 (86 экз.)
9. Авербух , Я. Д., Шабалин, К. Н.; Процессы и аппараты химической технологии : курс лекций. Ч. 1. Гидравлические и механические процессы; УПИ, Свердловск; 1969 (118 экз.)
10. Авербух, Я. Д., Заостровский, Ф. П., Матусевич, Л. Н., Шабалин, К. Н.; Процессы и аппараты химической технологии : курс лекций. Ч. 2. Теплообменные и массообменные процессы; УПИ, Свердловск; 1973 (294 экз.)
11. Смирнов, Н. Н., Волжинский, А. И., Плесовских, В. А.; Химические реакторы в примерах и задачах : Учеб. пособие для вузов.; Химия, Санкт-Петербург; 1994 (15 экз.)
12. Шуп, Терри Е., Т. Е., Меркурьев, С. П., Славянов, С. Ю.; Прикладные численные методы в физике и технике; Высшая школа, Москва; 1990 (20 экз.)
13. Закгейм, А. Ю.; Введение в моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие для хим.-технол. спец. вузов.; Химия, Москва; 1982 (51 экз.)
14. Самойлов, Н. А.; Примеры и задачи по курсу «Математическое моделирование химико-технологических процессов» : учебное пособие.; Лань, Санкт-Петербург; 2013 (4 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

1. <https://www.python.org/doc/> - Официальная документация по языку программирования Python
2. <http://lib.urfu.ru/> - Зональная научная библиотека УрФУ
3. <https://education.yandex.ru/handbook/python> - Хендбук по Python компании Яндекс
4. <https://pythonru.com/> - образовательный блог о языке программирования Python

### **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. <http://elibrary.ru> - Национальная электронная библиотека eLibrary
2. <https://yandex.ru/patents> - База патентов Российской Федерации и СССР от компании Яндекс
3. <https://books.google.ru/> - Электронная библиотека Google
4. <http://yandex.ru>, <http://google.ru> - Поисковые системы в Интернет
5. [microsoft.com/ru-ru/edge](http://microsoft.com/ru-ru/edge), [mozilla.org/firefox/new/](http://mozilla.org/firefox/new/), [google.com/chrome/](http://google.com/chrome/) - Браузеры
6. <http://www.viniti.ru/> - Официальный сайт Всероссийского института научной и технической информации РАН

### 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Применение машинных методов расчета для научно-технических разработок

#### Сведения об оснащении дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Python, версия 3.10 или выше браузеры: google.chrome yandex firefox Microsoft Edge
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Python, версия 3.10 или выше браузеры: google.chrome yandex firefox Microsoft Edge

3	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Python, версия 3.10 или выше</p> <p>браузеры: google.chrome yandex firefox Microsoft Edge</p>
4	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Python, версия 3.10 или выше</p> <p>браузеры: google.chrome yandex firefox Microsoft Edge</p>
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Python, версия 3.10 или выше</p> <p>браузеры: google.chrome yandex firefox Microsoft Edge</p>