

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

  
\_\_\_\_\_ Н.В.Лобов

« 09 » декабря 20 19 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** \_\_\_\_\_ Математические методы в инженерии  
(наименование)

**Форма обучения:** \_\_\_\_\_ очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** \_\_\_\_\_ магистратура  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** \_\_\_\_\_ 144 (4)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** \_\_\_\_\_ 15.04.02 Технологические машины и оборудование  
(код и наименование направления)

**Направленность:** \_\_\_\_\_ Машины, аппараты химических производств и  
нефтегазопереработки  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины – формирование комплекса знаний, умений и навыков самостоятельного использования математического аппарата для решения инженерно-технических задач в области химической технологии и нефтегазопереработки.

Задачи учебной дисциплины:

- изучение совокупности методологических и методических знаний по использованию математических методов решения инженерных задач; способов численного решения дифференциальных уравнений и определённых интегралов; способов оценки полученных решений с помощью методов математической статистики; способов аппроксимации точечных данных; методических и нормативных документов нефтехимической отрасли.
- формирование умений составлять математическое модели процессов химических производств и нефтегазопереработки в виде дифференциальных уравнений; осуществлять численное решение дифференциальных уравнений и определённых интегралов с помощью компьютера; выполнять статистическую оценку полученных результатов; аппроксимировать точечные данные; разрабатывать методические документы, предложения и проводить мероприятия по реализации разработанных проектов и программ;
- формирование навыков математической формализации прикладных задач; численного решения прикладных задач с помощью компьютера; проверки на адекватность математических моделей процессов химических производств и нефтегазопереработки; аппроксимации точечных данных; разработки методических документов, предложений и проведения мероприятий по реализации разработанных проектов и программ.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- процессы и аппараты химической технологии как объекты математического моделирования;
- методики инженерных расчётов отраслевого применения;
- методы численного решения дифференциальных уравнений;
- методы численного решения определённых интегралов;
- методы математической статистики;
- методы аппроксимации графических и экспериментальных зависимостей.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)   | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения                                    | Средства оценки |
|-------------|-------------------|---|---|-----------------|
| ОПК-5       | ИД-1ОПК-5         | Знает основные аналитические и численные методы решения задач при разработке технологических машин и оборудования отрасли | Знает основные аналитические и численные методы решения задач при разработке технологических машин и оборудования отрасли | Зачет           |

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)  | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения   | Средства оценки |
|-------------|-------------------|--|--|-----------------|
| ОПК-5       | ИД-2ОПК-5         | Умеет выбирать математический аппарат и средства для разработки математических моделей оборудования и технологических процессов. | Умеет выбирать математический аппарат и средства для разработки математических моделей оборудования и технологических процессов. | Зачет           |
| ОПК-5       | ИД-3ОПК-5         | Владеет навыками разработки современного оборудования на основе математического моделирования машин и технологических процессов. | Владеет навыками разработки современного оборудования на основе математического моделирования машин и технологических процессов. | Зачет           |

### 3. Объем и виды учебной работы

| Вид учебной работы   | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |  |
|--|-------------|------------------------------------|--|
|  |             | Номер семестра                     |  |
|  |             | 1                                  |  |
| 1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме: | 42          | 42                                 |  |
| 1.1. Контактная аудиторная работа, из них:   |             |                                    |  |
| - лекции (Л)   | 6           | 6                                  |  |
| - лабораторные работы (ЛР)   |             |                                    |  |
| - практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)        | 32          | 32                                 |  |
| - контроль самостоятельной работы (КСР)  | 4           | 4                                  |  |
| - контрольная работа   |             |                                    |  |
| 1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)  | 66          | 66                                 |  |
| 2. Промежуточная аттестация  |             |                                    |  |
| Экзамен  | 36          | 36                                 |  |
| Дифференцированный зачет   |             |                                    |  |
| Зачет  |             |                                    |  |
| Курсовой проект (КП)   |             |                                    |  |
| Курсовая работа (КР)   |             |                                    |  |
| Общая трудоемкость дисциплины  | 144         | 144                                |  |

### 4. Содержание дисциплины

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием | Объем аудиторных занятий по видам в часах |    |    | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|--|---|----|----|--|
|  | Л   | ЛР | ПЗ | СРС  |
| 1-й семестр  |   |    |    |  |

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием   | Объем аудиторных занятий по видам в часах |    |    | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|--|---|----|----|--|
|  | Л   | ЛР | ПЗ | СРС  |
| Введение   | 0   | 0  | 0  | 0  |
| Задачи дисциплины в процессе подготовки магистров по профилю «Машины, аппараты химических производств и нефтегазопереработки». Основные термины и определения.   |   |    |    |  |
| Составление и решение дифференциальных уравнений нефтехимических процессов.  | 3   | 0  | 16 | 32   |
| Тема 1. Составление и решение дифференциальных уравнений для систем газ – твёрдое.<br>Анализ сил, действующих на твёрдые частицы во взвешенном слое дисперсного материала. Получение дифференциального уравнения движения частиц в восходящем потоке газа. Численное решение дифференциального уравнения методом Рунге-Кутты.<br>Тема 2. Составление и решение дифференциальных уравнений для процессов теплообмена.<br>Составление системы дифференциальных уравнений, описывающих процесс теплопередачи в теплообменнике типа труба в трубе на основе модели идеального вытеснения. Численное решение системы дифференциальных уравнений методом Эйлера. |   |    |    |  |
| Решение прикладных задач нефтехимии с помощью методов численного интегрирования.   | 1   | 0  | 6  | 12   |
| Тема 3. Расчёт моментов С-кривой методами численного интегрирования.<br>Понятие С-кривой и её практическое применение.<br>Моменты С-кривой и их физический смысл.<br>Определение моментов С-кривой методами численного интегрирования по формуле Симпсона.   |   |    |    |  |
| Аппроксимация точечных данных и их оценка методами математической статистики.  | 1   | 0  | 6  | 16   |
| Тема 4. Аппроксимация точечных данных.<br>Что такое аппроксимация и её практическое назначение. Программное обеспечение для осуществления аппроксимации и примеры его использования.<br>Тема 5. Оценка качества аппроксимации методами математической статистики.<br>Основные понятия и определения математической статистики. Коэффициент корреляции. Критерий Фишера. Оценка адекватности аппроксимирующих зависимостей по критерию Фишера.  |   |    |    |  |
| Методические и нормативные документы, предложения, проекты и программы нефтехимической отрасли.  | 1   | 0  | 4  | 6  |
| Тема 6. Методическая и нормативная   |   |    |    |  |

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием  | Объем аудиторных занятий по видам в часах |    |    | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|---|---|----|----|--|
|   | Л   | ЛР | ПЗ | СРС  |
| документация, предложения, проекты и программы. Виды и практическое назначение методической и нормативной документации отрасли. Принципы разработки методической и нормативной документации. Виды и практическое назначение проектов и программ отрасли. Принципы разработки методической и нормативной документации. |   |    |    |  |
| ИТОГО по 1-му семестру  | 6   | 0  | 32 | 66   |
| ИТОГО по дисциплине   | 6   | 0  | 32 | 66   |

### Тематика примерных практических занятий

| № п.п. | Наименование темы практического (семинарского) занятия   |
|--------|--|
| 1      | Решение дифференциального уравнения, описывающего движение частицы в потоке газа.                                      |
| 2      | Решение системы дифференциальных уравнений, описывающих процесс теплообмена в теплообменнике типа труба в трубе.       |
| 3      | Расчёт моментов С-кривой методами численного интегрирования.   |
| 4      | Аппроксимация динамики коррозионно-эрозионного износа по результатам измерения толщины стенки сосудов и трубопроводов. |
| 5      | Оценка качества аппроксимации методами математической статистики.  |
| 6      | Разработка методической документации.  |

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение практических занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

| № п/п                         | Библиографическое описание<br>(автор, заглавие, вид издания, место, издательство,<br>год издания, количество страниц)   | Количество<br>экземпляров в<br>библиотеке |
|-------------------------------|---|---|
| <b>1. Основная литература</b> |   |   |
| 1                             | Буренок В. М. Математические методы и модели в теории информационно-измерительных систем : справочное издание / В. М. Буренок, В. Г. Найдёнов, В. И. Поляков. - Москва: Машиностроение, 2011. | 2   |

|   |   |   |
|---|---|---|
| 2   | Грешилов А.А. Математические методы принятия решений : учебное пособие для вузов / А.А. Грешилов. - Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006.  | 8 |
| <b>2. Дополнительная литература</b>                                       |   |   |
| <b>2.1. Учебные и научные издания</b>                                     |   |   |
| 1   | Гармаш А. Н. Математические методы в управлении : учебное пособие для вузов / А. Н. Гармаш, И. В. Орлова. - Москва: ИНФРА-М, Вузовский учебник, 2013.   | 3 |
| 2   | Гнеденко Б. В. Математические методы в теории надежности. Основные характеристики надежности и их статистический анализ / Б. В. Гнеденко, Ю. К. Беляев, А. Д. Соловьев. - Москва: УРСС, Либроком, 2013.                                       | 2 |
| 3   | Кафаров В. В. Математическое моделирование основных процессов химических производств : учебное пособие для академического бакалавриата / В. В. Кафаров, М. Б. Глебов. - Москва: Юрайт, 2019.  | 2 |
| <b>2.2. Периодические издания</b>   |   |   |
| 1   | Прикладная информатика : научно-практический журнал / Маркет ДС Корпорейшн. - Москва: Маркет ДС Корпорейшн, 1992 - .  | 1 |
| 2   | Теоретические основы химической технологии : журнал / Российская академия наук. Отделение химии и науки о минералах. - Москва: Наука, 1967 - .  | 1 |
| 3   | Химическое и нефтегазовое машиностроение : международный научно-технический и производственный журнал / Российская инженерная академия; Газпром; Московский государственный университет инженерной экологии. - Москва: Изд-во МГУИЭ, 1932 - . | 1 |
| <b>2.3. Нормативно-технические издания</b>                                |   |   |
|   | Не используется   |   |
| <b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>      |   |   |
|   | Не используется   |   |
| <b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b> |   |   |
|   | Не используется   |   |

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

| Вид литературы            | Наименование разработки   | Ссылка на информационный ресурс   | Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ) |
|---------------------------|---|---|---|
| Дополнительная литература | А.А. Туганбаев, В.Г. Крупин. Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс]: учеб. пособие - СПб.: Лань, 2011. - 320 с. | <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=652">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=652</a> | локальная сеть; свободный доступ  |

### 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

| Вид ПО   | Наименование ПО  |
|--|--|
| Операционные системы                                 | MS Windows 8.1 (подп. Azure Dev Tools for Teaching )         |
| Офисные приложения.                                  | Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567            |
| Прикладное программное обеспечение общего назначения | Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017 |
| Прикладное программное обеспечение общего назначения | MATHCAD 14 Academic, ПНИПУ 2009 г.                           |

### 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

| Наименование  | Ссылка на информационный ресурс                                     |
|---|---|
| База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)                                    | <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>             |
| Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета | <a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>               |
| Электронно-библиотечная система Лань  | <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>         |
| Электронно-библиотечная система IPRbooks  | <a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a> |
| Электронно-библиотечная система ЮРАЙТ   | <a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>   |
| Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс   | <a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>   |
| Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки                    | <a href="http://www.diss.rsl.ru/">http://www.diss.rsl.ru/</a>       |

### 7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

| Вид занятий          | Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения | Количество единиц |
|----------------------|---|-------------------|
| Лекция               | Проектор, экран, компьютер  | 1                 |
| Практическое занятие | Компьютер   | 10                |

### 8. Фонд оценочных средств дисциплины

|                              |
|------------------------------|
| Описан в отдельном документе |
|------------------------------|