

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»

Кафедра «Химическая технология»

«СОГЛАСОВАНО»

Декан факультета ФЭ

 / Н.М. Верещагин

«  »    2020

Заведующий кафедрой ХТ

 / В.В. Коваленко

«25» 06 2020 г



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор РОПиМД

 / А.В. Корячко

«  »    2020 г

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1. О.17 «Математические методы в химической технологии»**

Направление подготовки

18.03.01 Химическая технология

Направленность (профиль) подготовки

**Технология электрохимического производства  
Химическая технология природных энергоносителей  
и углеродных материалов**

Уровень подготовки

**Бакалавриат**

Квалификация выпускника – бакалавр

Форма обучения – очная

Рязань 2020 г

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденного приказом Минобрнауки № 1005 от 11.08.2016 г.

Разработчик  
к.т.н., доцент



В.В. Коваленко

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ХТ  
протокол № 8 от 22.05 2020 г

Заведующий кафедрой  
«Химическая технология»,  
к.т.н., доцент



В.В. Коваленко

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»

Кафедра « Химическая технология »

«СОГЛАСОВАНО»

Декан факультета \_\_\_\_\_

/ Верещагин Н.М.

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор РОПиМД \_\_\_\_\_

/ Корячко А.В.

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г

Заведующий кафедрой ХТ \_\_\_\_\_

/ Коваленко В.В.

« 25 » 06 2020 г



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.О.11

шифр

«Математика»

название дисциплины

Направление подготовки

18.03.01 Химическая технология

Шифр и название направления подготовки

Направленность (профиль) подготовки

Технология электрохимического производства

Химическая технология природных энергоносителей

и углеродных материалов

Уровень подготовки

академический бакалавриат

Квалификация выпускника – бакалавр

Бакалавр / специалист

Формы обучения – очная

очная / заочная / очно-заочная

Рязань 2020 г

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности)

18.03.01 Химическая технология, утвержденного приказом Минобрнауки № 1005 от 11.08.2016 г.

Разработчик

старший преподаватель кафедры высшей математики

(должность, кафедра)

  
(подпись)

Ревкова Л.С.

(Ф.И.О.)

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «1» июня 2020 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой  
высшей математики  
(кафедра)

  
(подпись)

Бухенский К.В.

(Ф.И.О.)

## 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ БАКАЛАВРИАТА.

Рабочая программа по дисциплине «Математические методы в химической технологии» является составной частью основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) академического бакалавриата «Химическая технология», разработанной в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология (уровень бакалавриата), утвержденным приказом Минобрнауки России от 11.08.2016 г. № 1005.

*Целью освоения дисциплины* является изучение численных и статистических методов решения прикладных задач химической технологии.

*Задачи изучения дисциплины:* методы поиска экстремума функций; численные методы решения алгебраических и дифференциальных уравнений; статистическая обработка экспериментальных данных.

### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Коды компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-5	владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией	<u>Знать:</u> основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации. <u>Уметь:</u> применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации. <u>Владеть:</u> навыками работы с компьютером как средством переработки информации.
ПК-2	применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования	<u>Знать:</u> численные и статистические методы решения прикладных задач <u>Уметь:</u> применять прикладные программные средства. <u>Владеть:</u> навыками работы с прикладными программными средствами.
ПК-16	способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	<u>Знать:</u> методы обработки результатов эксперимента и оценки их погрешности; <u>Уметь:</u> применять статистические методы обработки информации; <u>Владеть:</u> навыками обработки экспериментальных данных.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Математические методы в химической технологии» (Б1.О.17) является обязательной обязательной дисциплиной блока №1 математического и естественнонаучного цикла дисциплин, базируется на курсах цикла математических и естественнонаучных дисциплин.

Дисциплина изучается по очной форме обучения на 2 курсе в 3 семестре.

*Пререквизиты дисциплины.* Для изучения дисциплины обучаемый должен:

**знать:** базовые понятия по численным методам и статистике;

**уметь:** применять Microsoft Office для обработки информации;

**владеть:** навыками работы на компьютере.

*Взаимосвязь с другими дисциплинами.* Курс «Математические методы в химической технологии» содержательно и методологически взаимосвязан с другими курсами, такими как: «Математика», «Информатика».

Программа курса ориентирована на возможность расширения и углубления знаний, умений и навыков бакалавра для успешной профессиональной деятельности.

*Постреквизиты дисциплины.* Компетенции, полученные в результате освоения дисциплины, необходимы обучающемуся при изучении следующих дисциплин: «Основы автоматизации технологических процессов», «Основы научных исследований и проектирования», «Преддипломная практика», «Научно-исследовательская работа».

Дисциплина «Математические методы в химической технологии» является базой для итоговой аттестации, а в том числе для подготовки и выполнения выпускной квалификационной работы.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы (ЗЕТ), или 108 часов.

Набор 2020 года

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	Очная 3 сем.
Лекции	8
Лабораторные	16
Практические	8
Иная контактная работа	0,65
Консультирование перед экзаменом и практикой	2
Итого ауд.	34,65
Контактная работа	34,65
Сам. работа	26,3
Часы на контроль	35,35
Письменная работа на курсе	11,7
Итого	108
Вид промежуточной аттестации	экзамен

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Раздел дисциплины	Содержание
1 Методы оптимизации химико-технологических процессов	Методы оптимизации химико-технологических процессов. Постановка задачи оптимизации. Одномерная оптимизация. Метод дробления. Метод половинного деления. Метод хорд. Метод золотого сечения. Задачи оптимизации работы теплообменных аппаратов. Многомерная оптимизация. Метод координатного спуска. Метод градиентного (наискорейшего) спуска.
2 Основы работы в пакете SMathStudio	Основные функции пакета SMathStudio
3 Численное дифференцирование и интегрирование. Решение алгебраических уравнений	Численное дифференцирование и интегрирование. Решение матриц. Построение графиков. Решение алгебраических уравнений численными методами в SMath Studio. Решение уравнений графическим методом. Решение уравнений аналитическими методами.
4 Численное решение систем алгебраических уравнений	Решение систем алгебраических уравнений матричным методом. Решение системы уравнений методом прогонки. Решение системы уравнений методом итерации. Решение систем уравнений с помощью функции roots.
5 Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений	Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Постановка задачи численного метода решения дифференциальных уравнений. Методы Эйлера и Рунге-Кутты. Нормальная система Коши. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений с помощью функции gkfixed. Построение фазовых портретов.
6 Обработка экспериментальных данных методом наименьших квадратов (МНК)	Элементы планирования химического эксперимента. Обработка экспериментальных данных методом наименьших квадратов (МНК). Погрешность МНК
7 Описательные статистики	Описательные статистики. Меры центральной тенденции. Меры изменчивости. Нормальное распределение. Асимметрия и эксцесс. Проверка нормальности распределения.
8 Метод корреляций	Метод корреляций. Коэффициент линейной корреляции. Коэффициент ранговой корреляции. Критические значения коэффициентов корреляции. Сравнение дисперсий. Сравнение дисперсий двух выборок по критерию F-Фишера, по критерию Ливена (Levene's Test). Таблица критических значений критерия F-Фишера.
9 Методы сравнения двух независимых выборок	Параметрические методы сравнения двух независимых выборок. Критерий t-Стьюдента для независимых выборок. Непараметрический критерий (U-Манна-Уитни). Определение p-уровня значимости



## 4.2 Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

### Очная форма обучения

№ п/п	Тема	Общая трудоемкость, всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем					Сам. работа	
			Всего	лекции	практич. занятия	лабораторные работы	ИКР		конс перед экз
1	Методы оптимизации химико-технологических процессов	5	2	2					3
2	Основы работы в пакете SMathStudio	7	4			4			3
3	Численное дифференцирование и интегрирование. Решение алгебраических уравнений	7	4			4			3
4	Численное решение систем алгебраических уравнений	5	2		2				3
5	Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений	7	4			4			3
6	Обработка экспериментальных данных методом наименьших квадратов (МНК)	4,3	2	2		-			2,3
7	Описательные статистики	9	6		2	4			3
8	Метод корреляций	7	4	2	2				3
9	Методы сравнения двух независимых выборок	7	4	2	2				3
10	Часы на контроль (экз)	37,7	2,35				0,35	2	35,35
11	Письменная работа на курсе (Курсовой проект)	12	0,3				0,3		11,7
<b>ВСЕГО</b>		<b>108</b>	<b>34,65</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>0,65</b>	<b>2</b>	<b>73,35</b>

### 4.3 Требования к выполнению курсовой работы

Курсовая работа (КР) выполняется по технологической схеме заданной химико-технологической системы.

В курсовой работе студенты используют теоретический материал курса и навыки расчетов, приобретенные на лабораторных занятиях.

Курсовая работа включает три части:

1. Математическая формулировка задачи расчета материального баланса.
2. Расчет материального баланса по заданной технологической схеме.
3. Графическая часть.

## 5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Учебные пособия, рекомендуемые для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Математические методы в химической технологии», содержат необходимый теоретический материал, задачи для решения и контрольные вопросы по каждому из разделов дисциплины. Результаты решения задач и ответы на вопросы тестовых заданий контролируются преподавателем на предмет оценки формирования контролируемых компетенций.

1. Математические методы в химической технологии : методические указания к лабораторным работам/ Рязан. гос. радиотехн. ун-т; сост.: Вик.В. Коваленко, Н.Ю.Кулавина, Г.А. Шашкина: под ред. В.Р.Трегулова. Рязань, 2012. – 64 с. (4 работы)
2. Численное решение дифференциальных уравнений в SMathStudio: методические указания к лабораторной работе/ Рязан. гос. радиотехн. ун-т; сост.: Вик. В. Коваленко, Н.Ю.Кулавина, Г.А. Шашкина. - Рязань, 2013. – 16 с. (1 работа)
3. T-FLEX DOCs 10. Информационные технологии в проектировании: Методические указания к лабораторным работам / Рязан. гос. радиотех. ун-т; сост.: В.В. Коваленко, Н.Ю.Кулавина, Г.А.Шашкина, В.В. Максимцов; под ред. В.Ф.Шевченко.- Рязань, 2009. – 32 с.
4. Маглеванный И.И. Математические основы первичной обработки экспериментальных данных [Электронный ресурс]: методические материалы по прикладной статистике/ Маглеванный И.И., Карякина Т.И.— Электрон. текстовые данные.— Волгоград: Волгоградский государственный социально-педагогический

университет, «Перемена», 2015.— 42 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/40738.html>.— ЭБС «IPRbooks»

5. Лисицин Д.В. Методы построения регрессионных моделей [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Лисицин Д.В.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2011.— 77 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45390.html>.— ЭБС «IPRbooks»

6. Статистические методы обработки, планирования инженерного эксперимента [Электронный ресурс]: учебное пособие/ — Электрон. текстовые данные.— Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2015.— 93 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55912.html>.— ЭБС «IPRbooks»

7. Статистические методы в теплотехнических исследованиях [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторным работам/ — Электрон. текстовые данные.— Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013.— 60 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22937.html>.— ЭБС «IPRbooks»

8. Кручинин В.В. Компьютерные технологии в науке, образовании и производстве электронной техники [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.В. Кручинин, Ю.Н. Тановицкий, С.Л. Хомич. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. — 154 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13941.html>

9.

#### **6 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

(Фонд оценочных средств приведен в Приложении к рабочей программе дисциплины см. документ «Оценочные материалы по дисциплине «Математические методы в химической технологии»).

#### **7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

##### **а) основная литература:**

1. Бочкарев В.В. Оптимизация химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.В. Бочкарев. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский политехнический университет, 2014. — 264 с. — 978-5-4387-0420-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34690.html>

2. Пашкевич О.И. Статистическая обработка эмпирических данных в системе STATISTICA [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / О.И. Пашкевич. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2014. — 148 с. — 978-985-503-385-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67607.html>

3. Михальчук А.А. Многомерный статистический анализ эколого-геохимических измерений. Часть I. Математические основы [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А. Михальчук, Е.Г. Язиков. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский политехнический университет, 2014. — 102 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55195.html>

4. Кочегурова Е.А. Теория и методы оптимизации [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Кочегурова Е.А.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский политехнический университет, 2013.— 134 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34723.html>.— ЭБС «IPRbooks»

##### **б) дополнительная литература**

1. Михальчук А.А. Многомерный статистический анализ эколого-геохимических измерений. Часть II. Компьютерный практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А. Михальчук, Е.Г. Язиков. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский политехнический университет, 2015. — 152 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55196.html>

2. Михальчук А.А. Многомерный статистический анализ эколого-геохимических измерений. Часть III. Лабораторный практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А. Михальчук, Е.Г. Язиков. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский политехнический университет, 2015. — 200 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55197.html>

3. Математические методы в химической технологии [Электронный ресурс]: метод. указ. к курс. работе / Коваленко Вик.В., Н. Ю. Кулавина, Г. А. Шашкина ; РГРТУ. - Рязань, 2017. - 16с. - Библиогр.: с. 16 4 назв.). — Режим доступа: <http://elib.rsreu.ru/ebs/download/1250>

4. Численное решение дифференциальных уравнений в SMATHStudio: методические указания к лабораторной работе [Электронный ресурс] / Рязан. гос. радиотехн. ун-т; сост.: Вик. В. Коваленко, Н.Ю.Кулавина, Г.А. Шашкина. - Рязань, 2013. - 16 с. — Режим доступа: <http://elib.rsreu.ru/ebs/download/806>

5. *Математические методы в химической технологии* [Электронный ресурс]: *методические указания к лабораторным работам/ Рязан. гос. радиотехн. ун-т; сост.: Вик.В. Коваленко, Н.Ю.Кулавина, Г.А. Шашкина: под ред. В.Р.Трегулова. Рязань, 2012. - 64 с. -* Режим доступа: <http://elib.rsreu.ru/ebs/download/805>

6. Воробьев Е.С. Методы кибернетики в химической технологии. Реализация основных вычислительных методов в пакете MS Excel и средствами MS VBA [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Воробьев Е.С., Воробьева Ф.И.— Электрон. текстовые данные.— Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2015.— 104 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62194.html>.— ЭБС «IPRbooks»



7. Клинов А.В. Лабораторный практикум по математическому моделированию химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Клинов, А.В. Малыгин. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2011. — 99 с. — 978-5-7882-1040-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63719.html>

## **8 Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет**

Обучающимся предоставлена возможность индивидуального доступа к следующим электронно-библиотечным системам.

1. Электронно-библиотечная система «Лань», режим доступа – с любого компьютера РГРТУ без пароля. – URL: <https://e.lanbook.com/>
2. Электронно-библиотечная система «IPRbooks», режим доступа – с любого компьютера РГРТУ без пароля, из сети интернет по паролю. – URL: <https://iprbookshop.ru/>.
3. Электронная библиотека РГРТУ.
4. Электронный каталог.

## **9 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Материал каждой лекции рекомендуется изучать в день ее прочтения лектором, когда она еще не забыта. При этом необходимо использовать конспект и рекомендованную литературу. Использовать литературу необходимо для углубленного изучения материала лекции и для уточнения тех мест, которые в конспекте оказались записаны недостаточно понятно. В конспекте каждой лекции необходимо оставлять чистое место и конспектировать в нем изученную литературу, чтобы при подготовке к текущей, промежуточной или итоговой аттестации можно было повторить всю тему. Лектором в течение всего семестра проводятся консультации по лекционному материалу.

Каждую тему, предусмотренную планом самостоятельной работы, следует изучать самостоятельно в течение отведенных для ее изучения двух недель с помощью рекомендованной литературы. Все возникающие при этом вопросы надо записывать, чтобы получить на них ответы на консультации. По каждой теме для каждой учебной группы лектор проводит консультации в конце ее изучения (один раз в две недели). Расписание консультаций вывешивается на весь семестр на доске объявлений лаборатории по дисциплине. В конце консультации проводится тест по теме, при успешном прохождении которого тема считается изученной.

К каждой лабораторной работе необходимо готовиться с помощью конспекта лекций по теме работы, изучения рекомендованной литературы и методических рекомендаций к лабораторным работам. Необходимо подготовить и шаблон отчета, чтобы за время, отведенное для выполнения работы, можно было оформить отчет, защитить и сдать его.

В конце семестра при подготовке к аттестации студент должен повторить изученный в семестре материал и в ходе повторения обобщить его, сформировав цельное представление о нем. Следует иметь в виду, что на подготовку к промежуточной аттестации времени бывает очень мало, поэтому начинать эту подготовку надо заранее, не дожидаясь последней недели семестра.

Следует всегда помнить, что залог успеха студента в учебе – планомерная работа в течение всего семестра и своевременное выполнение всех видов работы.

## **10 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В соответствии с требованиями ФГОС ВПО по направлению подготовки бакалавров 18.03.01 «Химическая технология», ОПОП «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов» при изучении студентами дисциплины «Математические методы в химической технологии» реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных технологий проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой преподавателя и студента. Изучение дисциплины предусматривает применение активных форм проведения занятий с целью формирования и развития общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций обучающихся.

При проведении самостоятельной работы обучающихся используются следующие информационные технологии:

- доступ в сеть Интернет, обеспечивающий, поиск актуальной научно-методической и научно-технической информации;
- необходимое программное обеспечение для выполнения программы дисциплины, установленное в вузе, а также для выполнения самостоятельной работы в домашних условиях;

Необходимое программное обеспечение:

1. Операционная система Windows.
2. Пакет Microsoft Office или Open Office
3. Свободно распространяемая программа . SMathStudio/
4. Система дистанционного обучения (заочное образование).

При организации самостоятельной работы студентов используется комплекс учебных и учебно-методических материалов в сетевом доступе (программа, методические пособия, список рекомендуемых источников литературы и информационных ресурсов, задания в тестовой форме и вопросы для самоконтроля).

Принятая технология обучения базируется на интерактивной работе в аудитории, когда в процессе лекций, лабораторных и практических занятий, дополняемых самостоятельной работой обучаемых, в том числе и с

участием преподавателя, выполняется серия экспресс-заданий, совокупность которых позволяет практически применить полученные знания, развивая компетенции, предусмотренные для данной дисциплины.

Проведение ряда занятий осуществляется с использованием компьютеров и мультимедийных средств, наглядных пособий, а также раздаточных материалов.

После изучения отдельных разделов дисциплины осуществляется проведение рубежного контроля усвоения материала студентами в виде заданий, предусматривающих самостоятельное решение задач и ответов на тестовые задания.

#### **10 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для освоения дисциплины необходимы:

1) для проведения лекционных занятий необходима аудитория с достаточным количеством посадочных мест, соответствующая необходимым противопожарным нормам и санитарно-гигиеническим требованиям;

2) для проведения практических и лабораторных занятий необходим класс персональных компьютеров с установленными операционными системами Microsoft Windows XP (или выше), пакет Microsoft Office и установленным свободно распространяемым программным обеспечением SMathStudio ;

3) для проведения лекций и практических занятий аудитория должна быть оснащена проекционным оборудованием.

Прочее

-рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;

-рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.