

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

**Б1.В.08**  
(индекс дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Моделирование и оптимизация энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии**

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки  
18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии,  
нефтехимии и биотехнологии

направленность (профиль)  
Рациональное природопользование, рециклинг и утилизация отходов

Форма обучения: заочная

Год набора: 2020

Общая трудоемкость: 4 ЗЕ

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр		5	Итого
Форма контроля		Зачет	
Вид занятий			
Лекции		4	<b>4</b>
Лабораторные			
Практические		4	<b>4</b>
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР			
Промежуточная аттестация		0.25	<b>0.25</b>
Контактная работа		9.25	<b>9.25</b>
Самостоятельная работа		131	<b>131</b>
Контроль		3.75	<b>3.75</b>
<b>Итого</b>		<b>144</b>	<b>144</b>

Рабочую программу составил(и):

Доцент, доцент, к.п.н., Кравцова М.В.

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Преподаватель, Гущина Т.П.

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Рецензирование рабочей программы дисциплины:

☒

Отсутствует

☐

Рецензент

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

**Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2025г.**

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Химическая технология и ресурсосбережение»

---

(протокол заседания № 2 от «19» сентября 2019 г.).

## 1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – формирование у студентов профессиональных знаний по использованию методов моделирования при проектировании технологических процессов и анализе экспериментальных данных, а так же формирование научного и инженерного подхода к вопросам рационального использования энерго - и материальных ресурсов, в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Основы информационной культуры», «Общая и неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Органическая химия», «Теоретические основы энерго- и ресурсосберегающих процессов», «Процессы и аппараты в химической технологии и биотехнологии».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Энергоресурсосберегающие технологии», «Экологический производственный контроль», «Биотехнологии».

## 3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-16 – способность моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в промышленности	-	Знать: - методы математического моделирования, оптимизации и проектирования процессов химической технологии и биотехнологии; основные модели структуры потоков, теплообменных и массообменных процессов, методы идентификации параметров модели и методы установления адекватности модели.
		Уметь: - осуществлять идентификацию параметров математической модели, моделирование, оптимизацию и проектирование процессов химической технологии, нефтехимии и биотехнологии; - проводить проверку воспроизводимости эксперимента по критериям Кохрена, Бартлетта, вычислять погрешности эксперимента, ПФЭ, планы второго порядка; - производить выбор аппарата и

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
		<p>рассчитывать технологические параметры процесса с учетом реализации задач энерго- и ресурсосбережения.</p> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования;</li> <li>- методами анализа и расчета процессов в промышленных аппаратах, выбора их конструкции, определение технологических показателей работы аппаратов;</li> <li>- методами моделирования химико-технологических процессов и реакторов в среде Mathcad.</li> </ul>
ПК-17 – способность участвовать в проектировании отдельных стадий технологических процессов с использованием современных информационных технологий	-	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- статистические методы планирования экспериментальных исследований и обработки их результатов; построение и анализ эмпирических моделей; стратегию организации оптимального эксперимента; основные методы оптимизации химико-технологических процессов.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять проектирование отдельных стадий технологических процессов с использованием современных информационных технологий;</li> <li>- оценивать технологическую эффективность, выбирать наиболее рациональную схему производства заданного продукта.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способами оценки различных вариантов энерго- и ресурсосберегающих технологических схем;</li> <li>- методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования;</li> <li>- методами анализа эффективности</li> </ul>

<b>Формируемые и контролируемые компетенции</b> (код и наименование)	<b>Индикаторы достижения компетенций</b> (код и наименование)	<b>Планируемые результаты обучения</b>
		<p>функционирования химических, нефтехимических и биохимических производств;</p> <p>- методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования.</p>

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1 Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии	Лекция № 1	Основы математического моделирования энерго- и ресурсосберегающих процессов	5	2	-	посредством «онлайн-консультации»	Промежуточный тест № 1
	Самостоятельная работа № 1	Тема № 1: Самостоятельное изучение теоретического материала по теме «Математическое описание статических режимов энерго- и ресурсосберегающих процессов. Понятие о расчете статических режимов разомкнутых энерго- и ресурсосберегающих процессов. Алгоритм вычислительной последовательностью элементов разомкнутой энерго- и ресурсосберегающих процессов»	5	16	-	-	Промежуточный тест № 1

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Практическое занятие № 1	Построение статических и динамических моделей. Построение эмпирических моделей. Линейный регрессионный анализ для построения эмпирических моделей. Статистические модели множественной регрессии	5	2	10	Выполнение практической работы с консультацией преподавателя на форуме и через комментарии в заданиях	Отчет по практическому занятию № 1 в электронном виде
	Самостоятельная работа № 2	Тема № 2: Самостоятельное изучение теоретического материала по теме «Понятие о расчете статических режимов замкнутых энерго- и ресурсосберегающих процессов. Основные задачи структурного анализа замкнутых систем. Алгоритмы определения комплексов»	5	16	-	-	Промежуточный тест № 1
	Самостоятельная работа № 3	Тема № 3: Самостоятельное изучение теоретического материала по теме Самостоятельное изучение теоретического материала по теме:	5	16	-	-	Промежуточный тест № 1

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Самостоятельная работа № 4	Самостоятельное изучение теоретического материала по теме: Статистические модели, проверка воспроизводимости эксперимента по критериям Кохрена, Бартлетта, вычисление погрешности эксперимента, ПФЭ, планы второго порядка	5	16	-	-	Промежуточный тест № 1
	Практическое занятие № 2	Решение задачи с помощью электронной таблицы Excel и системы компьютерной математики Mathcad	5	2	10	Выполнение практической работы с консультацией преподавателя на форуме и через комментарии в заданиях	Отчет по практическому занятию № 2 в электронном виде
	Промежуточная аттестация		5	0.25	-	-	-
	Самостоятельная работа № 5	Подготовка отчетов по практическим занятиям	5	14	-	-	Отчеты по практическим занятиям № 1-2 в электронном виде



Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Самостоятельная работа № 6	Промежуточный тест № 1	5	2	15	-	Промежуточный тест № 1
Модуль 2 Математическое моделирование и оптимизация энергоресурсосберегающих систем	Лекция № 2	Моделирование химико-технологических процессов и реакторов в среде Mathcad	5	2	-	посредством «онлайн-консультации»	Промежуточный тест № 2
	Практическое занятие № 3	Решение задачи оптимизации на примере функции Пауэлла	5	2	10	Выполнение практической работы с консультацией преподавателя на форуме и через комментарии в заданиях	Отчет по практическому занятию № 3 в электронном виде
	Практическое занятие № 4	Моделирование процесса регулирования температуры в химическом реакторе	5	2	10	Выполнение практической работы с консультацией преподавателя на форуме и через комментарии в заданиях	Отчет по практическому занятию № 4 в электронном виде

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Самостоятельная работа № 7	Самостоятельное изучение теоретического материала по теме: Основы оптимизации химико-технологических процессов и систем	5	16	-	-	Промежуточный тест № 2
	Самостоятельная работа № 8	Самостоятельное изучение теоретического материала по теме: Многоцелевая оптимизация. Основные понятия и определения. Компромиссные решения. Основные критерии и задачи многоцелевой оптимизации. Определение коэффициентов веса параметров	5	16	-	-	Промежуточный тест № 2
	Самостоятельная работа № 9	Подготовка отчетов по практическим занятиям	5	14	-	-	Отчеты по практическим занятиям № 3-4 в электронном виде
	Самостоятельная работа № 10	Промежуточный тест № 2	5	2	15	-	Промежуточный тест № 2
	Итоговый тест		5	3.75	30	-	Зачет
<b>Итого:</b>				<b>144</b>	<b>100</b>		

## **5. Образовательные технологии**

При реализации учебного курса дисциплины используется технология дистанционного обучения, включающая лекции и лабораторные работы посредством электронных учебно-методических материалов, размещенных в обучающей среде с использованием компьютера, подключенного к сети Интернет.

## **6. Методические указания по освоению дисциплины**

При освоении темы необходимо:

- изучить учебный материал по дисциплине «Моделирование и оптимизация энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», используя лекционный материал и материал библиотечного фонда по данной тематике;
- акцентировать внимание на изучении видов систем, законов протекания реакций и моделирования.

Методические рекомендации к выполнению самостоятельной работы:

1. Изучение теоретического материала по изучаемой теме, изложенного в учебно-методическом пособии.
2. Вопросы для самостоятельной работы студентов
  - основные принципы моделирования в химической технологии;
  - этапы математического моделирования;
  - модели химико-технологических процессов;
  - основные типы уравнений математического описания ХТС;
  - методы оптимизации химико-технологических процессов.
3. Подготовка к занятиям (практическим занятиям и промежуточным тестам).
4. Самостоятельное прочтение, просмотр, Интернет-ресурсы, повторение учебного материала.
5. Подготовка отчетов по практическим занятиям:
  - 6.1. Предоставление отчета в электронном виде с названием файла, например ЭРТбз-1601Д\_ПР1\_Иванов И.И. в соответствии с вариантом и требованиями к содержанию отчета.

## 7. Оценочные средства

### 7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
5	ПК-16	Отчеты по практическим занятиям № 1-4 в электронном виде. Промежуточные тесты № 1-2.
5	ПК-17	Отчеты по практическим занятиям № 1-4 в электронном виде. Промежуточные тесты № 1-2.

### 7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

#### 7.2.1 Отчет по практическому занятию

(наименование оценочного средства)

#### Типовой пример задания

**Практическое занятие № 1. Построение статических и динамических моделей. Построение эмпирических моделей. Линейный регрессионный анализ для построения эмпирических моделей.**

##### Цели работы:

- 1) построить математическую модель в виде эмпирической формулы;
- 2) сделать оценку параметров модели;
- 3) проверить модель на адекватность.

Данная практическая работа выполняется методом творческих заданий.

##### Задание:

1. Изучить учебный материал по дисциплине «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», используя лекционный материал и материал библиотечного фонда по данной тематике.

2. Проведено исследование зависимости функционально-технологических свойств (показателя активной кислотности pH и щелочности) водно-спиртовых смесей от вариации объемных долей спирта  $V_1$  и воды  $V_2$  ( $V_1 + V_2 = 100$  мл). В результате эксперимента были получены следующие зависимости (табл. 1).

Таблица 1 – Зависимость щелочности и показателя активной кислотности pH от объемной доли спирта

Объемная доля спирта $V_1$ , мл	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
Объемная доля воды $V_2$ , мл	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20
pH $Y_1$	7,35	7,35	7,52	7,77	7,84	7,86	7,92	7,98	8,03	8,25	8,29	8,4	8,6
Щелочность $Y_2$	3	2,7	2,6	2,4	2,1	1,9	1,8	1,6	1	1,3	1,2	1	0,9

Необходимо построить различные виды зависимостей pH и щелочности спирта от объемной доли спирта в водно-спиртовой смеси и выбрать уравнение линии тренда наиболее соответствующее действительности для предсказания будущих значений.

3. В лабораторных условиях было исследовано влияние ферментного препарата глюкозооксидазы ( $x_2$ ) в сочетании с аскорбиновой кислотой ( $x_1$ ) на качество хлеба (табл. 2). Необходимо с помощью ЭВМ рассчитать, какой фактор ( $x_1$  или  $x_2$ ) оказывает большее влияние на пористость хлеба; построить эмпирическую линейную модель зависимости пористости хлеба  $y$  от фактора  $x_1$  или  $x_2$ , оказывающего на него большее влияние; выявить, как изменится пористость хлеба, если величину глюкозооксидазы увеличить на 30% от среднего значения выборки.

Таблица 2 – Влияние ферментного препарата глюкозооксидазы в сочетании с аскорбиновой кислотой на качество хлеба

Количество аскорбиновой кислоты $x_1$ , %	Количество глюкозооксидазы $x_2$ , %	Пористость $y$ , %
0,003	0,0146	87
0,003	0,0853	85
0,017	0,0146	87
0,017	0,0854	85
0,000	0,0500	85

4. Ответить на контрольные вопросы:

- 1) Структура химико-технологической системы.
- 2) Особенности анализа химико-технологической системы.
- 3) Строение химико-технологических систем.
- 4) Понятие технологических операторов и типы связей между ними.
- 5) Особенности моделей химико-технологических систем.

5. Подготовить отчет по практическому занятию.

Форма отчета

Титульный лист

---

Название практического занятия и вариант

---



---

Цель и задачи

---



---

Теоретическая часть

---



---

Исходные данные

---



---

Ход работы (расчет)

---



---

Результаты и выводы по работе

---



---

Ответы на контрольные вопросы

---

**Критерии оценки:**

10 баллов – студент выполнил работу в полном объеме, без ошибок. Ответил на все поставленные ему вопросы.

9 баллов – студент выполнил работу в полном объеме, без ошибок. Ответил на все наводящие вопросы преподавателя.

8 баллов – студент выполнил работу в полном объеме, без ошибок ответил не на все поставленных преподавателем вопросов.

7 баллов – студент выполнил работу в полном объеме, без ошибок. Ответил только на один вопрос.

6 баллов – студент выполнил работу в полном объеме, без ошибок. Не ответил ни на один вопрос.

5 баллов – студент выполнил работу в полном объеме. Допустил одну ошибку. Ответил не на все вопросы.

4 балла – студент выполнил работу в полном объеме. Допустил более 2 ошибок. Ответил на все вопросы.

3 балла – студент выполнил работу менее чем на 50%. Ответил на все вопросы.

2 балла – студент выполнил работу. Допустил более 2 ошибок. Ответил только на один вопрос.

1 балл – студент выполнил работу менее чем на 50%, не ответил ни на один вопрос.  
0 баллов – студент не выполнил работу.

### 7.2.2 Промежуточные тесты

*(наименование оценочного средства)*

#### Типовой пример задания

Промежуточные тесты по теме 1:

##### Задание №1

Расположите в правильном порядке иерархию химического предприятия?

- 1) агрегаты, комплексы
- 2) химический завод
- 3) типовые химико-технологические процессы
- 4) АСУП

##### Задание №2

Химико-технологическая система включает в себя?

- 1) химический процесс; аппарат, в котором происходит процесс; расчет реагентов, внешняя среда
- 2) химический процесс; аппарат, в котором происходит процесс; расчет реагентов, внешняя среда, средства для контроля и управления процессами и связи между ними
- 3) химический процесс, аппарат, средства для контроля и управления процессами и связи между ними
- 4) химический процесс, аппарат, в котором происходит процесс расчет реагентов, внешняя среда, средства для контроля и управления процессами и связи между ними

##### Задание №3

Что можно принять в качестве входных переменных?

- 1) количество готового продукта, количество перерабатываемого сырья, концентрация, температура, давление
- 2) количество перерабатываемого сырья, состав сырья, температура, давление
- 3) состав сырья, количество готового продукта, концентрация, температура, давление, количество перерабатываемого сырья

4) количество перерабатываемого сырья, состав сырья, исходная концентрация, скорость реакции, температура, давление

**Критерии оценки:**

Промежуточный тест по теме состоит из 100 вопросов (1 вопрос – 0,15 балла).  
Максимальное количество баллов – 15.

**Темы письменных работ**

Письменные работы учебным планом не предусмотрены.

### 7.3.Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

#### 7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 5

№ п/п	Вопросы к зачету
1.	Структура химико-технологической системы
2.	Особенности анализа химико-технологической системы
3.	Строение химико-технологических систем
4.	Понятие технологических операторов и типы связей между ними
5.	Особенности моделей химико-технологических систем
6.	Сущность топологического исследования химико-технологических систем
7.	Представление химико-технологической системы в форме графа
8.	Состав элементов графа
9.	Понятие матрицы применительно для описания химико-технологических систем
10.	Существующие принципы создания химико-технологических систем
11.	Определение метода математического моделирования
12.	Основные этапы математического моделирования
13.	Сущность детерминированной модели
14.	Сущность стохастической модели
15.	Представление сложной модели химико-технологической системы методами математического моделирования
16.	Начальные и конечные условия при составлении математической модели
17.	Сущность метода интегральных преобразований Лапласа
18.	Параметрическая идентификация - область применения
19.	Сущность метода наименьших квадратов.
20.	Сущность метода максимального правдоподобия.
21.	Качественные и количественные характеристики химического равновесия
22.	Математическое описание константы равновесия
23.	Понятие химического равновесия. Факторы, влияющие на равновесие
24.	Методы вычисления константы равновесия
25.	Двухкомпонентные системы. Уравнение состояния
26.	Уравнение материального баланса. Методы решения
27.	Уравнение теплового баланса. Методы решения
28.	Понятие модели идеального смешения
29.	Понятие модели идеального вытеснения
30.	Понятие однопараметрической диффузионной модели
31.	Понятие двухпараметрической диффузионной модели
32.	Основные характеристики химической кинетики
33.	Понятие молекулярности реакции
34.	Кинетика теплообменных процессов. Механизмы переноса теплоты
35.	Математическое выражение для описания теплопроводности
36.	Понятие граничных условий. Виды граничных условий
37.	Кинетика лучистого теплообмена
38.	Математическое описание сложного теплообмена
39.	Основные принципы математического описания кинетики массообмена
40.	Основные подходы к описанию кинетики массообмена для гетерогенно-



	каталитического процесса
41.	Математическое моделирование материального баланса
42.	Математическое моделирование гидродинамики структуры потоков
43.	Математическое моделирование теплового баланса
44.	Математическое моделирование кинетики химико-технологических процессов
45.	Математическое моделирование химической кинетики. Гомогенный катализ
46.	Математическое моделирование кинетики теплообменных процессов. Кислотно-основный катализ
47.	Математическое моделирование кинетики массообменных процессов. Ферментативный катализ
48.	Математическое моделирование кинетики массообменных процессов. Гетерогенный катализ
48.	Математическое моделирование кинетики теплообменных процессов
50.	Математическое моделирование кинетики массообменных процессов

### 7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
		«зачтено»	Студент набрал от 55 до 100 баллов
5	Зачет (по накопительному рейтингу)	«не зачтено»	Студент набрал менее 54 баллов

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Гартман Т.Н., Клушин Д.В.	Моделирование химико-технологических процессов. Принципы применения пакетов компьютерной математики	учебное пособие	2020	ЭБС «Лань»
2	Казиев В.М.	Введение в анализ, синтез и моделирование систем	учебное пособие	2020	ЭБС «IPRbooks»
3	Петров А. В.	Моделирование процессов и систем	учебное пособие	2022	ЭБС «Лань»
4	Баранов Д.А.	Процессы и аппараты химической технологии	учебное пособие	2020	ЭБС «Лань»
5	Айнштейн В.Г., Захаров М.К., Носов Г.А.	Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс	учебник	2019	ЭБС «Лань»

### 8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Липин А. А.	Системный анализ и методы химической кибернетики	учебное пособие	2015	ЭБС «Лань»
2	Москвичев Ю. А., Григоричев А.К., Павлов О.С.	Теоретические основы химической технологии	учебное пособие	2020	ЭБС «Лань»
3	Заварухин С.Г.	Математическое моделирование химико-	учебное пособие	2017	ЭБС «Лань»

<b>№ п/п</b>	<b>Авторы, составители</b>	<b>Заглавие (заголовок)</b>	<b>Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)</b>	<b>Год издания</b>	<b>Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС</b>
		технологических процессов и аппаратов			

### 8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

– **Бутлеровские сообщения.** Научный англо-русскоязычный химический журнал. Публикует статьи по основным разделам химии и смежным дисциплинам. Журнал входит в Перечень ВАК и систему РИНЦ. Для зарегистрированных пользователей сайта доступен полнотекстовый архив с 1999 года: <http://butlerov.com/stat/reports/view.asp?lang=ru>

– **Химия в интересах устойчивого развития.** В журнале публикуются оригинальные научные сообщения и обзоры по химии процессов, представляющих основу принципиально новых технологий, создаваемых в интересах устойчивого развития, или усовершенствования действующих, сохранения природной среды, экономии ресурсов, энергосбережения. Входит в Перечень ВАК и систему РИНЦ. Доступен полнотекстовый архив с 2001 по 2005 год: <http://www.sibran.ru/journals/Hviur/>

– **Oriental Journal Of Chemistry.** Научный рецензируемый журнал открытого доступа. Страна: Индия. Язык: английский. Публикует результаты научных исследований в области общей химии, биохимии, спектроскопии, химии окружающей среды. Доступен полнотекстовый архив с 2008 года: <http://www.orientjchem.org/Archive.php>

– **Теоретические основы химической технологии.** Журнал публикует сообщения о новых технологических процессах в обрабатывающей промышленности с точки зрения фундаментальной науки. Статьи в журнале посвящены основам тепломассообмена, процессам разделения, межфазным явлениям, течению сыпучих материалов, биотехнологии, оптимизации, автоматизации и управлению, экономии энергии, металлов и сырья, защите окружающей среды и смежным темам. Журнал входит в Перечень ВАК и систему РИНЦ. Для зарегистрированных пользователей Научной электронной библиотеки (eLibrary) доступен полнотекстовый архив с 2011 года: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=8244>

– **Chemical and Process Engineering Research.** Журнал на английском языке Международного института по науке, технологиям и образованию (International Institute for Science, Technology and Education) (США, Великобритания, Гонконг). Публикует оригинальные статьи, касающиеся различных аспектов химического машиностроения, в том числе, управление процессами и контрольно-измерительными приборами данного производства. Доступен полнотекстовый архив с 2011 года: <http://www.iiste.org/Journals/index.php/CPER/issue/archive>

– **Journal of Advanced Chemical Engineering.** Научный рецензируемый и реферируемый журнал открытого доступа. Страна: Египет. Язык: английский. Публикует оригинальные исследования, обзорные статьи, короткие сообщения в области химического машиностроения, современных материалов, биохимии. Доступен полнотекстовый архив с 2011 года: <http://www.ashdin.com/journals/published.aspx?jid=jace>

### 8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	MathCAD версия 14 или 15	Акт п/п от 21.07.09 (Гос. Контракт 487 от 28.05.09), бессрочный
2	Windows	Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия, бессрочный
3	Office Standart	Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия, бессрочный; Договор № 727 от 20.07.2016г., срок действия, бессрочный

**8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)</b>	<b>Перечень основного оборудования</b>
1	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (Г-401)	Столы, стулья, компьютеры