

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

Б1.В.09
(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 использование энергетических и сырьевых ресурсов

Форма обучения: очная

Год набора: 2020

Общая трудоемкость: 4 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	7	Итого
Форма контроля	Зачет	
Вид занятий		
Лекции	18	18
Лабораторные		
Практические	34	34
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		
Промежуточная аттестация	0.25	0.25
Контактная работа	52.25	52.25
Самостоятельная работа	91.75	91.75
Контроль		
Итого	144	144

Рабочую программу составил(и):

Доцент, доцент, к.п.н., Кравцова М.В.

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

Преподаватель, ученое звание отсутствует, ученая степень отсутствует, 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 «01» сентября 2024 г.

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: «Проектирование энергоресурсосберегающих технологий», «Экологический контроль», «Биотехнологические основы производства».

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-16 – способностью 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"> - методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования; - методами анализа и расчета процессов в промышленных аппаратах, выбора их конструкции, определение технологических показателей работы аппаратов; - методами моделирования химико-технологических процессов и реакторов в среде Mathcad.
ПК-17 – способностью участвовать в проектировании отдельных стадий технологических процессов с использованием современных информационных технологий	-	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - статистические методы планирования экспериментальных исследований и обработки их результатов; построение и анализ эмпирических моделей; стратегию организации оптимального эксперимента; основные методы оптимизации химико-технологических процессов. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - осуществлять проектирование отдельных стадий технологических процессов с использованием современных информационных технологий; - оценивать технологическую эффективность, выбирать наиболее рациональную схему производства заданного продукта. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - способами оценки различных вариантов энерго- и ресурсосберегающих технологических схем; - методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования; - методами анализа эффективности

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
		<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	7	2	-	-	
	Лекция № 2	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	7	2	-	-	
	Практическое занятие № 1	Построение статических и динамических моделей. Построение эмпирических моделей. Линейный регрессионный анализ для построения эмпирических моделей. Статистические модели множественной регрессии	7	2			Отчет по практическому занятию № 1 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)
	Лекция № 3	Понятие о расчете статических режимов замкнутых энерго- и ресурсосберегающих процессов. Основные задачи структурного анализа замкнутых систем. Алгоритмы определения комплексов	7	2	-	-	
	Лекция № 4	Итерационные методы для решения уравнений на местах разрывов	7	2	-	-	
	Лекция № 5	Статистические модели, проверка воспроизводимости эксперимента по критериям Кохрена, Бартлетта, вычисление погрешности эксперимента, ПФЭ, планы второго порядка	7	2	-	-	
	Практическое занятие № 2	Основные задачи структурного анализа замкнутых систем	7	2			Отчет по практическому занятию № 2 в электронном виде
	Практическое занятие № 3	Решение задачи с помощью электронной таблицы Excel и системы компьютерной математики Mathcad	7	2			Отчет по практическому занятию № 3 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)
	Промежуточная аттестация		7	0.25	-		
	Самостоятельная работа	Изучение теоретического материала и подготовка отчетов по практическим занятиям	7	45	-		
Модуль 2 Математическое моделирование и оптимизация энергоресурсосберегающих систем	Лекция № 6	Моделирование химико-технологических процессов и реакторов в среде Mathcad	7	2	-	-	
	Практическое занятие № 4	Решение задачи оптимизации на примере функции Пауэлла	7	2	-	-	Отчет по практическому занятию № 4 в электронном виде
	Практическое занятие № 5	Решение задачи в среде Mathcad: по методу простой итерации с помощью элементов программирования, по методу Вегстейна с помощью элементов программирования; расчет с помощью процедуры минимизации	7	2	-	-	Отчет по практическому занятию № 5 в электронном виде
	Практическое занятие № 6	Моделирование химико-технологических и биохимических объектов управления в среде Mathcad. Регулирование уровня жидкости в ёмкости	7	2	-	-	Отчет по практическому занятию № 6 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)
	Практическое занятие № 7	Моделирование процесса регулирования температуры в химическом реакторе	7	2	-	-	Отчет по практическому занятию № 7 в электронном виде
	Практическая работа № 8	Моделирование процесса управления ректификационной колонной	7	2	-	-	Отчет по практическому занятию № 8 в электронном виде
	Практическое занятие № 9	Моделирование биохимического процесса брожения как объекта управления	7	2	-	-	Отчет по практическому занятию № 9 в электронном виде
	Практическое занятие № 10	Моделирование биохимического метода анализа мутности как объекта управления	7	2	-	-	Отчет по практическому занятию № 10 в электронном виде
	Практическое занятие № 11	Моделирование процесса управления скоростью подачи субстрата в биохимических системах	7	2	-	-	Отчет по практическому занятию № 11 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)
	Практическое занятие № 12	Моделирование химико-технологических процессов и реакторов в среде Mathcad. Моделирование стационарного процесса химического превращения в реакторе непрерывного действия с мешалкой при изотермических условиях	7	2	-	-	Отчет по практическому занятию № 12 в электронном виде
	Практическое занятие № 13	Моделирование стационарного процесса химического превращения в каскаде реакторов с мешалкой при одинаковой температуре в каждом	7	2	-	-	Отчет по практическому занятию № 13 в электронном виде
	Практическое занятие № 14	Моделирование химико-технологических процессов для решения экологических проблем с помощью Mathcad. Моделирование процесса нитрификации в одноступенчатой системе с активированным илом	7	2	-	-	Отчет по практическому занятию № 14 в электронном виде
	Практическое занятие № 15	Моделирование процесса осаждения тяжелых металлов	7	2	-	-	Отчет по практическому занятию № 15 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)
	Лекция № 7	Основы оптимизации химико-технологических процессов и систем	7	2	-	-	
	Практическое занятие № 16	Решение задач оптимизации химико-технологических процессов. Определение оптимальных параметров эрлифтного аппарата	7	2	-	-	Отчет по практическому занятию № 16 в электронном виде
	Практическое занятие № 17	Применение электронных таблиц Excel для решения задач оптимизации. Оптимизация теплообменной системы	7	2	-	-	Отчет по практическому занятию № 17 в электронном виде
	Лекция № 8	Многоцелевая оптимизация. Основные понятия и определения. Компромиссные решения. Основные критерии и задачи многоцелевой оптимизации. Определение коэффициентов веса параметров	7	2	-	-	
	Самостоятельная работа	Изучение теоретического материала и подготовка отчетов по практическим занятиям	7	46.75	-		
Итого:				144	-		

5. Образовательные технологии

При реализации учебного курса дисциплины используется технология традиционного обучения, включающая лекции и практические работы, которые предполагают последовательное изложение материала преподавателем. Лекция с элементами дискуссии. Практическое занятие с решением задач, обсуждение результатов деятельности.

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 аудиторным занятиям (практическим работам и промежуточной аттестации).
4. Самостоятельное прочтение, просмотр, Интернет-ресурсы, повторение учебного материала.
5. Подготовка сообщений, докладов, выступлений на семинарских и практических занятиях, подбор литературы по дисциплинарным проблемам.
6. Практические занятия включают в себя решение прикладных, расчетных и ситуационных задач, обсуждение результатов деятельности.
7. Подготовка отчетов по практическим занятиям:
 - 7.1. Предоставление отчета в электронном виде с названием файла, например ХТБ-1601_ПР1_Иванов И.И. в соответствии с вариантом и требованиями к содержанию отчета.
 - 7.2. При сдаче отчета студент должен ответить на вопросы преподавателя по теме практической работе в устной форме, используя отчет по практической работе.

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
7	ПК-16	Отчеты по практическим занятиям № 1-17 в электронном виде. Вопросы к экзамену № 1-50.
7	ПК-17	Отчеты по практическим занятиям № 1-17 в электронном виде. Вопросы к экзамену № 1-50.

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. Подготовить отчет по практическому занятию.

Критерии оценки:

оценка «зачтено» ставится студенту, если отчет по практическому занятию включает более 50% от требуемого объема и выполнен в соответствии с требованиями указанными в учебно-методическом пособии;

оценка «не зачтено» ставится студенту, если отчет практическому занятию включает менее 50% от требуемого объема.

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 7

№ 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	
7	Зачет (устно)	«зачтено»	Студент сдал все отчеты по практическим занятиям, активно участвовал в дискуссиях на лекциях, на зачете ответил на два теоретических вопроса, студент в полном объеме владеет материалом и отвечает на один дополнительный вопрос с пониманием, приводит примеры
		«не зачтено»	Студент не сдал отчеты по практическим занятиям, на зачете не ответил ни на один из теоретических вопросов, не может ответить ни на один дополнительный вопрос.

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»

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	Айнштейн В.Г., Захаров М.К., Носов Г.А.	Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс	учебник	2019	ЭБС «Лань»
3	Москвичев Ю. А., Григоричев А.К., Павлов О.С.	Теоретические основы химической технологии	учебное пособие	2020	ЭБС «Лань»
4	Заварухин С.Г.	Математическое моделирование химико-	учебное пособие	2017	ЭБС «Лань»

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

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Лаборатория "Процессы и аппараты защиты окружающей среды". Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (А-409)	Столы ученические, столы компьютерные, стулья. доска передвижная, проектор, ноутбук, экран переносной, установка технологического комплекса, позволяющая снизить распространение аэродисперсной системы в пространстве, ПК-7, стенд информационный п/а467.
2	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (УЛК-203)	Переносной проектор, экран, столы компьютерные, стол преподавательский, стулья, доска аудиторная (маркерная)- ПК с выходом в сеть Интернет
3	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (Г-401)	Столы, стулья, компьютеры