

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко»

Физико-математический факультет

Кафедра прикладной математики и информатики

УТВЕРЖДАЮ

Декан физико-математического факультета
к. ф.-м. н., доцент Коровой О.В.


 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

на 2017/2018 учебный год (II курс)

на 2018/2019 учебный год (III курс)

(2016 год набора)

учебной дисциплины

«Вычислительные методы в химии»

Направление подготовки

04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия»

Специализация

«Химическая технология»

«Фармацевтическая химия»

«Химия окружающей среды, химическая экспертиза и
экологическая безопасность»

Квалификация (степень) выпускника

Химик. Преподаватель химии (Специалист)

Форма обучения

Очная

Тирасполь 2017

Рабочая программа дисциплины «Вычислительные методы в химии»
/сост. Е.В. Сокольская – Тирасполь: ГОУ ПГУ, 2017 – 12 с.

Рабочая программа предназначена для преподавания дисциплины С2.Б.2 «Вычислительные методы в химии» вариативной части математического и естественнонаучного цикла студентам очной формы обучения по направлению подготовки 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия».

Рабочая программа составлена с учетом Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия», утвержденного приказом от 12.09.2016 г. N1174 Министерством образования и науки РФ.

Составитель _____



/ Е.В. Сокольская, ст. преподаватель/

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель курса: изучить математические основы вычислительных методов решения задач и применить эти численные методы для решения проблем математического моделирования химических систем и процессов. Научиться использовать современные вычислительные средства для решения конкретных задач химии, химической технологии, обработки эксперимента, и самостоятельно составлять простейшие программы для этих целей.

Задачи дисциплины:

- ознакомить с основными вычислительными методами химии, математического и компьютерного моделирования,
- ознакомить студентов с существующими методами математической обработки экспериментальных данных; выработать навыки и умения построения математической модели.
- применить численные методы для решения задач фундаментальной химии в программе автоматизированных вычислений MS Excel.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО СПЕЦИАЛИТЕТА

Дисциплина «Вычислительные методы в химии» является базовой частью математического и естественнонаучного цикла (Б1.Б.7) дисциплин подготовки студентов по направлению подготовки 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия».

Для освоения дисциплины необходимы знания и умения, полученные при изучении предшествующих дисциплин математического и естественнонаучного цикла («Математика», «Информатика») и профессионального цикла («Неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Органическая химия»).

Изучение дисциплины «Вычислительные методы в химии» создает основу для дальнейшего изучения других дисциплин «Физическая химия», «Химическая технология», «Квантовая химия» и др. В результате освоения дисциплины студенты приобретают навыки профессиональной подготовки, навыки решения расчетных задач разделов химии – основные законы химии, растворы, основы термодинамики и кинетики, основы электрохимии.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код Комп.	Формулировка компетенции
ОК-1	способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу
ОК-7	готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала
ОПК-3	способностью использовать теоретические основы фундаментальных разделов математики и физики в профессиональной деятельности
ОПК-4	способностью решать задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и вычислительных средств с учетом основных требований информационной безопасности
ОПК-5	способностью к поиску, обработке, анализу научной информации и формулировке на их основе выводов и предложений
ПК-1	способностью проводить научные исследования по сформулированной тематике и получать новые научные и прикладные результаты
ПК-4	способностью применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов
ПК-5	способностью приобретать новые знания с использованием современных научных методов и владение ими на уровне, необходимом для решения задач, имеющих естественнонаучное содержание и возникающих при выполнении профессиональных функций

ПК-6	владением современными компьютерными технологиями при планировании исследований, получении и обработке результатов научных экспериментов, сборе, обработке, хранении, представлении и передаче научной информации
ПК-7	готовностью представлять полученные в исследованиях результаты в виде отчетов и научных публикаций (стендовых докладов, рефератов и статей в периодической научной печати)

В результате освоения дисциплины студент должен:

3.1 Знать:

основы численных методов решения математических задач (решение уравнений, систем линейных и нелинейных уравнений, интегрирования дифференцирования, решения дифференциальных уравнений, регрессионного анализа), их приложения для решения задач моделирования и обработки данных в области химии, знать их возможности, ограничения, уметь методически грамотно выбирать адекватный решаемой проблеме расчетный метод, использовать соответствующее программное обеспечение при решении стоящих перед ним задач, уверенно проводить интерпретацию полученных в результате расчетов данных.

3.2 Уметь:

- построить математическую модель, адекватно описывающую химический процесс или систему, выбрать численный метод решения задачи, реализовать вычисления с помощью стандартного программного обеспечения;
- использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования;
- использовать в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания в области математики и естественных наук;
- работать с компьютером на уровне пользователя и способен применять навыки работы с компьютерами как в социальной сфере, так и в области познавательной и профессиональной деятельности;
- способен использовать в профессиональной деятельности базовые знания в области информатики и современных информационных технологий, имеет навыки использования программных средств и работы в компьютерных сетях.

3.3 Владеть:

- математическими расчетами для количественного описания химических процессов и явлений;
- основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, имеет навыки работы с компьютером, как средством управления информацией.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение трудоемкости в з.е./часах по видам аудиторной и самостоятельной работы студентов по семестрам

Семестр	Трудо- емкость, з.е./часы	Количество часов					Форма итогового контроля
		В том числе					
		Аудиторных				Самост. работы	
		Всего	Лекций	Лаб. раб.	Практич. зан.		
4	1,5/54	34	14	20		20	зачет
5	2,5/90	34	12	22		20	Экзамен/36
Итого:	4/144	68	26	42		40	Экзамен/36

4.2. Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины

Разделы дисциплины, изучаемые в 4 семестре

№ раз-дела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеауд. работа (СР)
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Основы математического моделирования и численных методов в химии	8	4		4	6
2	Погрешности численных методов	6	2		4	-
3	Численные методы решения нелинейных уравнений и их применение в химии	10	4		6	6
4	Численные методы решения систем уравнений и их применение в химии	10	4		6	8
Итого:		34	14		20	20

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре

№ раз-дела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеауд. работа (СР)
			Л	ПЗ	ЛР	
5	Численное интегрирование	6	2		4	4
6	Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений	10	4		6	4
7	Численные методы решения задач химической кинетики	6	2		4	4
8	Статистическая обработка экспериментальных данных	6	2		4	4
9	Регрессионный анализ	6	2		4	4
Итого:		34	12		22	20

4.3. Тематический план по видам учебной деятельности

Лекционные занятия

4 семестр

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем часов	Тема лекции	Учебно-наглядные пособия
1	1	2	Понятие математической модели. Компьютерное моделирование в химии. Этапы математического моделирования.	схема
2	1	2	Алгоритмы и программы. Свойства алгоритмов.	схема
3	2	2	Основы численных методов. Виды погрешностей численного решения. Приближенное решение.	
4	3	2	Численные методы решения уравнений. Метод простой итерации. Метод дихотомии (половинного деления).	схема
5	3	2	Численные методы решения уравнений. Метод касательных. Метод хорд (секущих).	схема

6	4	2	Численные методы решения систем линейных уравнений. Метод Гаусса решения системы линейных уравнений.	схема
7	4	2	Численные методы решения систем нелинейных уравнений. Метод простой итерации. Метод Зейделя. Метод Ньютона.	схема
Итого:		14		

5 семестр

№ п/п	Номер раздела дисциплин.	Объем часов	Тема лекции	Учебно-наглядные пособия
8	5	2	Численные методы интегрирования. Метод прямоугольников, трапеций и Симпсона.	схема
10	6	2	Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка. Метод Эйлера. Методы Рунге-Кутты 2-го – 4-го порядков.	схема
11	7	2	Численные методы решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка.	схема
12	8	2	Численные методы решения задач химической кинетики.	схема
13	8	2	Статистическая обработка экспериментальных данных.	таблица
14	9	2	Регрессионный анализ. Метод наименьших квадратов.	таблица
Итого:		12		

Лабораторные работы

4 семестр

№ п/п	Номер раздела дисциплин.	Объем часов	Тема лабораторного занятия	Наименован. лаборатории	Учебно-наглядные пособия
1	1	4	Расчеты со скалярными величинами. Построение графиков функций.	КУВТ	метод. пособие
2	2	4	Вычисление погрешностей численного решения.	КУВТ	метод. пособие
3	3	4	Численные методы решения нелинейных уравнений. Метод простой итерации. Метод касательных, хорд, дихотомии.	КУВТ	метод. пособие
4	3	2	Применение численных методов нелинейных уравнений для решения химических задач.	КУВТ	метод. пособие
5	4	2	Решение систем линейных уравнений	КУВТ	метод. пособие
6	4	4	Решение систем нелинейных уравнений методом простой итерации, Зейделя и Ньютона.	КУВТ	метод. пособие
Итого:		20			

5 семестр

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем часов	Тема лабораторного занятия	Наименование лаборатории	Учебно-наглядные пособия
7	5	4	Численное интегрирование методами трапеций, Симпсона	КУВТ	метод. пособие
8	6	4	Численное решение ОДУ Метод Эйлера, Рунге-Кутта	КУВТ	метод. пособие
9	6	2	Численное решение систем ОДУ	КУВТ	метод. пособие
10	7	4	Решение задач химической кинетики методом Рунге-Кутта.	КУВТ	метод. пособие
11	8	4	Определение основных статистических характеристик. Нахождение выборочной функции распределения. Отбраковка грубых измерений	КУВТ	метод. пособие
6	9	4	Регрессионный анализ экспериментальных данных. Выбор вида функциональной зависимости.	КУВТ	метод. пособие
Итого:		22			

Самостоятельная работа студента

4 семестр

Раздел дисциплины	№ п/п	Тема и вид СРС	Трудоемкость (в часах)
1	1	Моделирование строения молекул.(1,4)	4
3	2	Равновесие в системе с произвольной химической реакцией. (1, 3,4,5)	4
	3	Равновесия в буферном растворе слабой кислоты и соответствующей соли. (1,3,4,5)	2
	4	Равновесие в растворах комплексных соединений, слабых кислот и оснований. (1,3,4,5)	2
4	5	Решение задач оптимизации функций нескольких переменных. Метод наискорейшего спуска. (1, 2,3,4,5)	4
	6	Разложение контура полосы поглощения на составляющие полосы.(1,5)	4
Итого:			20

5 семестр

Раздел дисциплины	№ п/п	Тема и вид СРС	Трудоемкость (в часах)
5	7	Системы ортогональных полиномов (Чебышева, Эрмита, Лагера, Лежандра). Их использование для задач численного интегрирования.(1,4)	4
6	8	Сведение решения дифференциальных уравнений высших порядков к решению системы дифференциальных уравнений первого порядка.(1,5)	4

7	9	Решение задач химической кинетики. Последовательные, автокаталитические, цепные процессы. Системы с автоколебаниями концентрации реагирующих веществ. (1,5)	4
8	10	Распределение Стьюдента, оценка генеральных параметров, критерии значимости и проверка гипотез. (1,2,3,4,5)	4
9	11	Использование линейного МНК для решения различных задач обработки результатов измерений. (1,2,3,4,5)	4
Итого:			20

Примечание:

- 1 – проработка учебного материала (по конспектам лекций, учебной и научной литературе);
- 2 – подготовка к контрольной работе;
- 3 – подготовка к лабораторной работе и оформление отчета;
- 4 – выполнение домашнего задания (решение задач и упражнений);
- 5 – выполнение индивидуального задания.

5. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ)

По данной дисциплине курсовые проекты не предусмотрены.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе освоения дисциплины при проведении аудиторных занятий используются следующие образовательные технологии: информационная лекция, проблемная лекция, лекция-беседа, лекция-визуализация, лабораторная работа с использованием активных и интерактивных форм проведения занятий.

Семестр	Вид занятия (Л, ЛР, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
4	Лекции	Демонстрация с использованием мультимедийных презентаций, flash-роликов	5
		Кейс-технологии	5
	Лабораторные	Демонстрация с использованием мультимедийных презентаций, flash-роликов	5
		Кейс-технологии	10
		Технология развития критического мышления	5
5	Лекции	Демонстрация с использованием мультимедийных презентаций, flash-роликов	5
		Кейс-технологии	5
	Лабораторные	Демонстрация с использованием мультимедийных презентаций, flash-роликов	5
		Кейс-технологии	10
		Технология развития критического мышления	5
Итого:			60

7. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Результаты освоения учебной дисциплины (модуля) оцениваются следующими средствами *текущего контроля* успеваемости:

- выполнение контрольных работ;
- выполнение лабораторных работ;
- оформление и защита лабораторных работ.

Методическое обеспечение текущего контроля:

1. Комплект контрольных заданий по вариантам.
2. Методические указания к выполнению лабораторных работ. Комплект разноуровневых задач по вариантам. Перечень вопросов по темам курса.

Отчет о выполненной лабораторной работе оформляется каждым студентом индивидуально. Защита лабораторных работ производится по каждой работе в отдельности в виде индивидуального собеседования с каждым студентом по теоретической и практической частям выполненной работы.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме экзамена.

Перечень вопросов к экзамену

1. Основы математического моделирования. Основные этапы математического моделирования. Создание математической модели. Компьютерное моделирование.
2. Алгоритм и программа. Способы записи алгоритмов. Численные методы решения.
3. Погрешности математического моделирования. Неустраняемая погрешность (погрешность модели) и устранимая погрешность (погрешность численного метода и погрешность вычислительная).
4. Приближенные числа. Абсолютная и относительная погрешность. Погрешность вычисления функции одной и нескольких переменных. Погрешности сложения, вычитания, умножения, деления приближенных чисел.
5. Численные методы решения уравнений. Метод простой итерации. Метод касательных. Метод дихотомии (половинного деления). Метод хорд (секущих).
6. Задачи моделирования химических систем, сводящиеся к решению уравнений. Равновесие в системе с произвольной химической реакцией. Равновесия в буферном растворе слабой кислоты и соответствующей соли. Равновесие в растворах комплексных соединений, слабых кислот и оснований.
7. Численные методы решения систем линейных уравнений. Матричная форма записи систем линейных уравнений. Обусловленность систем линейных уравнений. Точные (прямые) методы решения задачи. Методы Гаусса, Гаусса-Жордана, Крамера. Нахождение обратной матрицы.
8. Численные методы решения систем уравнений. Метод сопряженных градиентов. Метод минимальных невязок. Примеры химических задач, сводимых к решению систем линейных уравнений. Определение состава раствора по его светопоглощению.
9. Численные методы решения систем нелинейных уравнений. Метод простой итерации. Метод Зейделя. Метод Ньютона. Решение задач оптимизации функции нескольких переменных. Метод наискорейшего спуска. Разложение контура полосы поглощения на составляющие полосы.
10. Методы численного интегрирования. Методы прямоугольников, трапеций, Симпсона.
11. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка. Метод Эйлера. Методы Рунге-Кутты 2-го – 4-го порядков.
12. Метод прогноза и коррекции.
13. Численное решение систем дифференциальных уравнений первого порядка. Сведение решения дифференциальных уравнений высших порядков к решению системы дифференциальных уравнений первого порядка.
14. Решение задач химической кинетики. Последовательные, автокаталитические, цепные процессы. Системы с автоколебаниями концентрации реагирующих веществ.
15. Определение основных статистических характеристик. Нахождение выборочной функции распределения. Отбраковка грубых измерений.
16. Регрессионный анализ экспериментальных данных. Выбор вида функциональной зависимости.

Пример лабораторного задания по теме «Численные методы решение нелинейных уравнений»

Найти процентное содержание углекислого газа в реакции $2\text{CO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{CO}_2$, которое определяется уравнением $(p/k^2 - 1)x^3 + 3x - 2 = 0$, где
1. p — давление, k — постоянная равновесия. Принять $p = 1$, $k = 1.648$.

2. Температура кипения раствора бензола в толуоле (t) зависит от массовой доли бензола следующим образом:

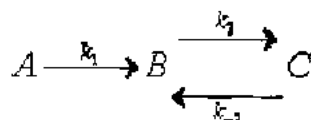
$$t = a + b\omega + c\omega^2 + \frac{d}{\omega} + e \cdot \lg(\omega)$$

(ω , % — массовая доля бензола в жидкости).

$a = 110.9$, $b = -0.35$, $c = 0.001$, $d = -0.00099$, $e = -2.24$

Каков должен быть состав жидкости (доля бензола и толуола), чтобы температура ее кипения была 96.7°C ?

- 3) Постройте график зависимости реагирующих веществ от концентрации в интервале от 0 до 20 секунд с шагом 0.5 сек для системы, в которой протекают реакции



В начальный момент времени ($t=0$) концентрация A равна 1,5 моль/л. Константы скорости реакций следующие: $k_1=0.4$, $k_2=0.3$, $k_{-1}=0.05$.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Основная литература:

1. Джонсон, К. Численные методы в химии / К. Дж. Джонсон; пер. с англ. В.П. Дмитриева, С.В. Кривеко, И.Г. Сыщиковой; под ред. А.М. Евсеева. — М.: Мир, 1983. — 503 с.
2. Эберт К. Компьютеры. Применение в химии / К. Эберт, Х. Эдерер; пер. с нем. А.Е. Гохмана; под. ред. Н.С. Зефирова. — М.: Мир, 1988. — 415 с.
3. Мэтьюз Д. Численные методы. Использование MATLAB : учебное издание / Д. Мэтьюз, К. Финк; пер. с англ. Л.Ф. Козаченко; под. ред. Ю.В. Козаченко. — М.: Изд. дом Вильямс, 2001. — 720 с.: ил.
4. Полак Л.С., Гольденберг М.Я., Левицкий А.А. Вычислительные методы в химической кинетике. — М.: Наука, 1984.
5. Ю.А. Фиалков. «Вычислительная математика в химии и химической технологии». — К.: Вища школа, 1986.

8.2 Дополнительная литература:

1. Турчак Л.И. Основы численных методов: учеб. пособие / Л.И. Турчак, П.В. Плотников. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. — 304 с.
2. Формалев В.Ф. Численные методы: учебник / В.Ф. Формалев, Д.Л. Ревизников; под ред. А.И. Кибзуна. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. — 400 с.
3. Эберт К. Компьютеры. Применение в химии / К. Эберт, Х. Эдерер; пер. с нем. А.Е. Гохмана; под. ред. Н.С. Зефирова. — М.: Мир, 1988. — 415 с.

8.3. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Web-сайт образовательных ресурсов кафедры физической и коллоидной химии: <http://www.physchem.chimfak.rsu.ru/Sources.html>
2. <http://www.toehelp.ru/theory/informat/contents.html> (раздел Численные методы).
3. http://ru.wikipedia.org/wiki/Вычислительная_математика
4. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/numerics.htm> (Перечень ресурсов по вычислительной математике и численным методам)
5. <http://www.matmetod.ru/> (Численные методы. Методы оптимизации).
6. <http://ums.usu.ru/st/> (Численные методы интегрирования и решения дифференциальных уравнений)
7. <http://window.edu.ru/> (Сервер доступа к различным образовательным ресурсам)
8. http://dic.academic.ru/contents.nsf/enc_mathematics (Математическая энциклопедия)
9. <http://www.exponenta.ru/> (Образовательный математический сайт)

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Реализация данной учебной дисциплины осуществляется с использованием материально-технической базы, обеспечивающей проведение всех видов учебных занятий, предусмотренных программой учебной дисциплины и соответствующей действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Компьютерные классы оснащены современными персональными компьютерами и программным обеспечением в соответствии с тематикой изучаемого материала. Число рабочих мест достаточно, чтобы обеспечивалась индивидуальная работа студента на отдельном персональном компьютере.

Аудитория	Технические характеристики	На текущий момент
Компьютерная аудитория	Локальная сеть (общеуниверситетская) Интернет Стандартное программное обеспечение для курсов, читаемых преподавателями кафедры ПМ и И	1 сервер 12 рабочих станций Интерактивная проекционная система (мультимедийный проектор и интерактивная доска)

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Различные виды учебных занятий: лекции, лабораторные занятия – тесно связаны друг с другом. Поэтому их пропуски, невыполнение или не усвоение требуют компенсации путем самостоятельной работы с использованием конспектов других студентов или рекомендованной литературы. В случае необходимости обращаться к преподавателю за консультацией.

Студентам рекомендуется посещать все занятия и вести подробный конспект; работать с основной и дополнительной литературой, пользоваться Интернет-ресурсами. Лекционный материал следует прорабатывать по конспектам и учебным пособиям после аудиторных занятий. Подготовка к лабораторным занятиям заключается в предварительном изучении соответствующего материала по конспекту лекций или по рекомендованной литературе. На занятиях необходимо иметь электронный носитель для сохранения результатов своей работы и копирования методических материалов.

Рабочая учебная программа по дисциплине «Вычислительные методы в химии» составлена в соответствии с требованиями Федерального Государственного образовательного стандарта ВО по направлению 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» и учебным планом.

11. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

Курс II, III группа 206, 306 семестр 4, 5

Преподаватель-лектор

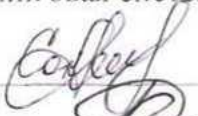
ст. преподаватель Сокольская Е.В.

Преподаватель, ведущий лабораторные занятия

ст. преподаватель Сокольская Е.В.

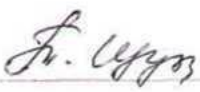
Кафедра *Прикладной математики и информатики*

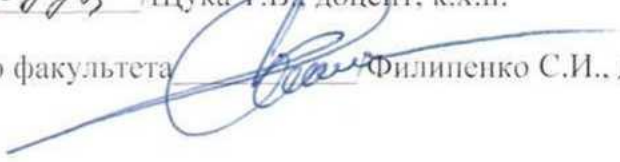
*Модульно-рейтинговая система на естественно-географическом факультете не введена.

Составители  / Сокольская Е.В.

Зав. кафедрой  / Коровой А.В., доцент, к. ф.-м. н.

Согласовано:

1. Зав. выпускающей кафедрой  / Шука Т.В., доцент, к.х.н.

2. Декан естественно-географического факультета  Филипенко С.И., доцент, к.б.н.