



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»

Химический факультет
Кафедра аналитической химии

УТВЕРЖДАЮ
Декан химического факультета
А.И. Вильмс
«09» сентября 2019 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Наименование дисциплины (модуля): Б1.В.02 Математическая теория эксперимента
(индекс дисциплины по учебному плану,
наименование дисциплины (модуля)).

Направление подготовки: 04.03.01. Химия
(код, наименование направления подготовки)

Направленность (профиль) подготовки: Теоретическая и прикладная химия

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная
(очная, заочная (с использованием электронного обучения и
дистанционных образовательных технологий), очно-заочная (с
использованием электронного обучения и дистанционных
образовательных технологий))

Согласовано с УМК химического факультета

Рекомендовано кафедрой аналитической химии

Протокол № 1 от «09» сентября 2019 г.

Протокол № 4 от «20» 05 2019 г.

Председатель
Вильмс А.И.

Зав.кафедрой

Пройдаков А.Г.

Иркутск – 2019

Содержание

	стр.
1. Цели и задачи дисциплины (модуля)	3
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.	3
3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	3
4. Содержание и структура дисциплины (модуля)	5
4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов	
4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	
4.3 Содержание учебного материала	
4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ	12
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение самостоятельной работы студентов	13
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	14
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):	15
а) основная литература;	
б) дополнительная литература;	
в) программное обеспечение;	
г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы	
6. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	15
7. Образовательные технологии	15
8. Оценочные средства (ОС)	16

I. Цели и задачи дисциплины (модуля):

Цель: получение знаний и практических навыков по планированию эксперимента, математической обработке и представлению результатов анализа.

Задачи: в результате усвоения курса у студента должно сложиться целостное представление об основных математических понятиях и методах планирования эксперимента и приемах обработки его результатов, о роли и месте математической статистики при решении исследовательских и технических вопросов из области химии.

II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

2.1. Учебная дисциплина (модуль) «Математическая теория эксперимента» относится к обязательной части учебного плана программы подготовки по направлению 04.03.01 Химия.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: «Математика», «Неорганическая химия», «Физика».

2.3. Освоение дисциплины «Математическая теория эксперимента» является необходимой для последующего изучения дисциплин «Физическая химия», «Химическая технология», «Анализ сложных объектов», «Методы разделения и концентрирования», «Физико-химические методы анализа», при выполнении квалификационных работ.

III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций (элементов следующих компетенций) в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению 04.03.01 Химия.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ПК-5 Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения	ИДК _{ПК5.3} Способен оценить погрешности измеряемых характеристик веществ и материалов, источники ошибок при использовании выбранного метода исследования	Знать: теоретические и фундаментальные основы математической теории эксперимента, существо основ метрологии, используемых в планировании эксперимента и математической обработки полученных данных. Уметь: сворачивать большой цифровой массив данных и представлять их в виде таблиц и графиков. Владеть: навыками оценки обработки информации с различными распределениями.
ПК-6 Способен применять основные естественнонаучные	ИДК _{ПК6.2} Использует компьютерные технологии для систематизации	Знать: основные термины, определения и классификации погрешностей измерения. Уметь: оценивать генеральные параметры различных выборок. Рассчитывать необходимые математические параметры (СКО, стандартное отклонение,

законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов	результатов эксперимента	коэффициент вариации и др.) Владеть: навыками расчета данных с использованием различных критерий (Стьюдента, Фишера, Пуссона, г-распределения) и представления результатов собственных научных изысканий в компьютерных сетях и информационной научно-образовательной среде
--	--------------------------	---

IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов,

Форма промежуточной аттестации: зачет с оценкой

4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа	
			Лекции	Семинарские (практические занятия)	Консультации		
1	Введение в математическую теорию эксперимента	4	0,5				
2	Термины и определения	4	0,5				
3	Классификация погрешностей измерения	4	0.5			1	
4	Оценивание генеральных параметров	4	1	2		2	
5	Распределения случайных величин	4	0,5			1	
	Распределение Пуассона, Стюдента, Фишера и χ^2 - критерий	4	1				

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Контактная работа преподавателя с обучающимися				
	Уровень значимости. Доверительная вероятность	4	1	2		1	
	Односторонние и двусторонние статистические критерии	4	0,5			1	
	Значащие цифры при проведении расчетов и представлении результатов	4	0,5			1	
	Методы исключения выбросов	4	2	4		5	
	Сравнение двух дисперсий	4	2	2		2	
	Оценка доверительного интервала среднего результата		0.5	2		2	
	Сравнение двух средних результатов		0,5			2	
	Сравнение среднего результата с известным значением		1			2	
	Разработка методик КХА.		1			1	
	Количественные характеристики способности методики КХА определять малые содержания аналита		1			2	
	Сложение погрешностей и разложение их на составляющие		1			1	
	Использование дисперсионного анализа погрешности результата в методических исследованиях		2	2		1	
	Однофакторный дисперсионный анализ		3	2		1	

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа	
	Корреляционный анализ		2	2		1	
	Проверка гипотезы линейности		2	2		1	
	Алгоритм определения оценок случайной составляющей погрешностей результатов анализа.		2	4		1	
	Внедрение методик		6	8		1	
	Планирование эксперимента		4	6		1	
	Экзамен	4			2/3		108
Итого часов			36	36	2/3	31	108

4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр 4	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Задание	Затраты времени (час.)		
	Элементы теории вероятностей	Подготовка к практическим занятиям по теме «Определение генеральных параметров закона распределения случайных величин. Проверка однородности дисперсий»	Решение задач по теме.		См. вопросы к зачету 1-6	См. список лит-ры №1 -3; доп. №1,2
	Статистическое оценивание результатов измерений	Подготовка к практическим занятиям по теме «Проверка качества результатов измерений. Оценивание доверительного интервала результата измерения и доверительного интервала дисперсии»	Решение задач по теме.		См. вопросы к зачету 7-15	См. список лит-ры № 2, 3; доп. №1,2
	Статистическое оценивание результатов измерений	Подготовка к практическим занятиям по теме «Сравнение равноточных и неравноточных результатов измерений. Определение оценок прецизионности по результатам текущих измерений»; «Статистика линейных связей: оценка корреляции двух случайных величин; определение коэффициентов регрессии уравнения прямой и их доверительных интервалов»	Решение задач по теме.		См. вопросы к зачету 16-29	См. список лит-ры №1 -3; доп. №1,2

Семестр 4	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Задание	Затраты времени (час.)		
	Особенности метрологии в аналитической химии	Подготовка к практическим занятиям по теме «Оценка правильности результатов измерений». Подготовка к практическим занятиям по теме «Оценка чувствительности измерений: предел обнаружения, предел определения»	Решение задач по теме.		См. вопросы к зачету 22-29	См. список лит-ры №1 -3; доп. №1,2
	Математическое планирование эксперимента	Подготовка к практическим занятиям по теме «Оценка адекватности математической модели: определение коэффициентов; оценивание воспроизводимости измерения параметра оптимизации (отклика); оценка значимости коэффициентов»	Решение задач по теме.		См. вопросы к зачету 30-44	См. список лит-ры №1 -3; доп. №1,2
Общая трудоемкость самостоятельной работы по дисциплине (31 час)						
Из них объем самостоятельной работы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий						
Бюджет времени самостоятельной работы, предусмотренный учебным планом для данной дисциплины (31 час)						

4.3 Содержание учебного материала

Тема 1. Элементы теории вероятностей

Случайная величина, дискретная и непрерывная. Генеральная совокупность. Выборочная совокупность. Параметры генеральной совокупности: математическое ожидание, генеральная дисперсия. Оценки математического ожидания – среднее арифметическое, среднее геометрическое, медиана, мода. Оценка генеральной дисперсии – выборочная дисперсия.

Тема 2. Статистическое оценивание результатов измерений

Проверка качества измерений. Оценка доверительных интервалов выборочных характеристик, сравнение двух дисперсий. Сравнение нескольких дисперсий. Сравнение равнооточных и неравнооточных средних результатов измерений. Сравнение среднего результата с истинным. Оценивание дисперсий по текущим измерениям. Сложение погрешностей и разложение их на составляющие. Закон накопления погрешностей и его следствия. Геометрическая интерпретация закона сложения погрешностей. Погрешности косвенных измерений. Дисперсионный анализ погрешности. Принцип планирования эксперимента по схеме дисперсионного анализа. Однофакторный, двухфакторный, многофакторный дисперсионный анализ.

Статистика линейных связей. Корреляционный анализ. Определение параметров прямой линии. Проверка гипотезы линейности.

Тема 3. Особенности метрологии в аналитической химии

Этапы разработки и аттестации методик выполнения измерений (МВИ) в количественном химическом анализе (КХА). Показатели точности МВИ: прецизионность, правильность. Прецизионность: повторяемость, внутрилабораторная прецизионность, воспроизводимость; их точные и интервальные оценки. Погрешность и неопределенность.

Алгоритм оценивания прецизионности с помощью группы проб контролируемого объекта. Алгоритмы получения оценок систематических составляющих погрешности: с использованием стандартных образцов состава; с использованием методики сравнения; с использованием добавок аналита в разовую пробу. Количественные характеристики способности МВИ определять малые содержания аналита: чувствительность, предел обнаружения, предел определения.

Тема 4. Математическое планирование эксперимента.

Идея математического планирования эксперимента. Планирование экстремальных экспериментов и получение модели для изучения механизма процесса. Общие понятия и

термины. Параметр оптимизации и факторы. Требования к параметру оптимизации и факторам. Установление области определения факторов. Выбор подобласти для постановки эксперимента. Матрица планирования полного факторного эксперимента и ее свойства. Дробный факторный эксперимент: использование полуреплики и $\frac{1}{4}$ реплики. Оценка эффектов смешения. Статистическая обработка результатов опытов. Определение коэффициентов математической модели и оценка их значимости. Оценка адекватной математической модели. Интерпретация модели. Движение по градиенту и расчет мысленных опытов.

4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

п/п	№	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1.	.	Тема 1	Определение генеральных параметров закона распределения случайных величин. Проверка однородности дисперсий.	8	Устное собеседование	ИДК _{ПК-5,6}
2.	.	Тема 2	Проверка качества результатов измерений. Оценивание доверительного интервала результата измерения и доверительного интервала дисперсии.	6+2	Устное собеседование. Мини-контрольная работа	ИДК _{ПК-5,6}
3.	.	Тема 2	Сравнение равноточных и неравноточных результатов измерений. Определение оценок прецизионности по результатам текущих измерений.	6+4	Устное собеседование. Мини-контрольная работа	ИДК _{ПК-5,6}
4.		Тема 2	Статистика линейных связей: оценка корреляции двух случайных величин; определение коэффициентов регрессии уравнения прямой и их доверительных интервалов	8+8	Устный опрос. Контрольная работа	ИДК _{ПК-5,6}
5.		Тема 3	Оценка правильности результатов измерений.	2+6	Устное собеседование. Мини-контрольная работа	ИДК _{ПК-5,6}
6.		Тема 3	Оценка чувствительности измерений: предел обнаружения, предел определения	2+6	Устное собеседование. Мини-контрольная работа	ИДК _{ПК-5,6}
7.		Тема 4	Оценка адекватности математической модели: определение коэффициентов; оценивание воспроизводимости	8+6	Устное собеседование. Мини-контрольная	ИДК _{ПК-5,6}

		измерения параметра оптимизации (отклика); оценка значимости коэффициентов.		работа	
--	--	---	--	--------	--

4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение самостоятельной работы студентов

№ пп/ п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
11	Элементы теории вероятностей	Подготовка к устному опросу и решению задач	ИДК _{ПК5.3} Способен оценить погрешности измеряемых характеристик веществ и материалов, источники ошибок при использовании выбранного метода исследования	ИДК _{ПК-5,6} Знать: теоретические и фундаментальные основы математической теории эксперимента, существо основ метрологии, используемых в планировании эксперимента и математической обработки полученных данных.
22	Статистическое оценивание результатов измерений	Подготовка к устному опросу и решению задач	ИДК _{ПК6.2} Использует компьютерные технологии для систематизации результатов эксперимента	ИДК _{ПК-5,6} Знать: основные термины, определения и классификации погрешностей измерения.
33	Статистическое оценивание результатов измерений	Подготовка к устному опросу и решению задач	ИДК _{ПК5.3} Способен оценить погрешности измеряемых характеристик веществ и материалов, источники ошибок при использовании выбранного метода исследования	ИДК _{ПК-5,6} Уметь: сворачивать большой цифровой массив данных и представлять их в виде таблиц и графиков. Владеть: навыками оценки обработки информации с различными распределениями.
44	Особенности метрологии в	Подготовка к устному	ИДК _{ПК6.2} Использует	ИДК _{ПК-5,6} Знать: основные термины,

	аналитической химии	опросу и решению задач	компьютерные технологии для систематизации результатов эксперимента	определения и классификации погрешностей измерения. Владеть: навыками расчета данных с использованием различных критерий
55	Математическое планирование эксперимента	Подготовка к устному опросу и решению задач	ИДК _{ПК6.2} Использует компьютерные технологии для систематизации результатов эксперимента	ИДК _{ПК-5,6} Владеть: навыками оценки обработки информации с различными распределениями.

4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов, связанная с закреплением теоретического материала в виде подготовке к практическим занятиям и текущему контролю проводится во внеаудиторное время. Методические рекомендации по типовым заданиям самостоятельной работы студентов приведены в фонде оценочных средств УМКД.

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии) не предусмотрено

во внеаудиторное время. Методические рекомендации по типовым заданиям самостоятельной работы студентов приведены в фонде оценочных средств УМКД.

4.5. Примерная тематика курсовых работ - не предусмотрено

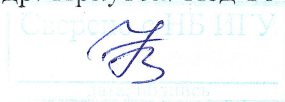
V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

а) основная литература

1. Смагунова А.Н. Методы математической статистики в аналитической химии. Учеб. пособие для студ. вузов.- Ростов-на-Дону. Изд-во «Феникс», 2012.
2. Смагунова А.Н. Методы математической статистики в аналитической химии./ А.Н Смагунова., О.М Карпукова. – Иркутск: изд-во ИГУ, 2008.
3. Смагунова А.Н., Шмелева Е.И., Швецов В.А. Алгоритмы оперативного и статистического контроля качества работы аналитической лаборатории. Методическое руководство. - Новосибирск: Наука. 2008
4. Смагунова А.Н. Математическое планирование эксперимента в методических исследованиях аналитической химии/ А.Н. Смагунова, Г.В. Пашкова, Л.И. Белых.-Изд-во Лань, 2022 ISBN978-5-8114-9176-6

б) дополнительная литература

1. Смагунова А.Н. Алгоритмы определения метрологических характеристик методик количественного химического анализа.: Учеб. пособие/ А.Н. Смагунова и др. Иркутск. Изд-во ИГУ. 2006.
2. Смагунова А.Н Организация контроля качества работы аналитической лаборатории. Учебно-методическое пособие./ А.Н. Смагунова и др. Иркутск. Изд-во ИГУ. 2006.



VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

Аудитории для проведения лекционных и практических занятий.

VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В процессе изучения дисциплины используются как традиционные так и инновационные технологии, активные и интерактивные методы и формы обучения: технология объяснительно-иллюстративного объяснений с элементами проблемного изложения, технология профессионально-ориентированного обучения, лекции, объяснительно-иллюстративный метод с элементами проблемного изложения, контрольные и лабораторные работы, коллоквиумы, разбор конкретных ситуаций.

VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) представляет собой комплект оценочных материалов для проведения текущего контроля, включая, при необходимости, и входной контроль, и промежуточной аттестации обучающихся и оформляется в виде отдельного документа (приложения к рабочей программе дисциплины (модуля)) или в данном разделе программы.

(Приводятся контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации, описание показателей и критериев оценивания)

Оценочные средства (ОС):

11.1. Оценочные средства для входного контроля - нет.

11.2. Назначение оценочных средств текущего контроля - выявить сформированность составляющих частей компетенций ПК -5.3 и ПК 6.2. Формируются в соответствии с ЛНА университета в виде устных опросов и решения задач

Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов:

Вопросы и задания:

1. Основные теоремы теории вероятностей. Условная вероятность.
2. Формула полной вероятности. Формула Байеса.
3. Схема Бернулли. Формула Бернулли.
4. Теорема Пуассона. Локальная и интегральная теоремы Муавра-Лапласа.
5. Случайные величины. Функция распределения и ее свойства. Плотность вероятностей и ее свойства.
6. Математическое ожидание и его свойства.
7. Дисперсия и его свойства. Среднее квадратическое отклонение. Мода. Медиана. Начальный и центральный моменты.
8. Биномиальное распределение. Распределение Пуассона. Нормальное распределение.
9. Выборочный метод. Генеральная совокупность и выборка. Вариационный ряд. Статистический ряд. Интервальный ряд. Равноточечный статистический ряд. Полигон частот. Гистограмма частот. Эмпирическая функция распределения.

10. Значащие цифры при проведении расчетов и представлении результатов эксперимента.
11. Закон сложения погрешностей. Погрешности косвенных измерений.
12. Статистические гипотезы и их проверка. Односторонний и двусторонний критерий.
13. Выбор уровня значимости. Принятие и опровержение гипотезы, примеры их применения.
14. Сравнение двух дисперсий. Однородные дисперсии. Сравнение нескольких дисперсий.
15. Оценка доверительного интервала среднего результата. Оценка допустимого расхождения между результатами измерений.
16. Оценка доверительного интервала выборочной дисперсии.
17. Сравнение двух средних результатов измерений.
18. Сравнение среднего результата с истинным.
19. Проверка гипотезы об однородности результатов измерений. Оценка резко выделяющихся измерений.
20. Понятие метод, способ, методика. Метрологические характеристики методик анализа.
21. Оценка прецизионности методик анализа.
22. Правильность результатов анализа; типы систематических погрешностей.
23. Оценка правильности результатов анализа с помощью стандартных образцов.
24. Оценка правильности результатов анализа методом добавок.
25. Оценка правильности результатов анализа методом их сопоставления с данными методики сравнения.
26. Оценка чувствительности методик анализа: чувствительность, предел обнаружения, предел определения.
27. Дисперсионный анализ. Принцип планирования. Одноступенчатый дисперсионный анализ. Примеры его применения.
28. Статистика прямых линий: коэффициент корреляции и оценка коэффициентов регрессии.
29. Регрессионный анализ. Проверка гипотезы линейности.
30. Принцип математического планирования эксперимента. Задачи, решаемые с помощью математического планирования.
31. Объект исследования, функция отклика. Число опытов при полном факторном эксперименте.
32. Параметр оптимизации и требования, предъявляемые к нему.

33. Факторы и требования, предъявляемые к ним. Выбор математической модели. Полиномиальные модели.
34. Полный факторный эксперимент. Факторы и область их определения. Примеры выбора области определения факторов.
35. Выбор подобласти факторного пространства для проведения эксперимента: выбор нулевого уровня.
36. Выбор интервала варьирования.
37. Матрица планирования полного факторного эксперимента и ее свойства. Построение матрицы планирования многофакторного эксперимента.
38. Полиномиальная модель и определение ее коэффициентов, эффект фактора.
39. Полиномиальная модель. Оценка значимости коэффициентов. Какую информацию несут коэффициенты регрессии?
40. Дробный факторный эксперимент. Основные требования к его постановке.
41. Выбор полуреплик. Генерирующее соотношение и определяющий контраст.
42. Выбор $\frac{1}{4}$ - реплик. Обобщающий определяющий контраст. Правило перевала.
43. Проверка адекватности модели. Оценка воспроизводимости опыта. Оценка дисперсии адекватности.
44. Движение по градиенту. Выбор шага движения по градиенту. Расчет мысленных опытов.

Разработчик: доцент кафедры аналитической химии, к.х.н. Бисикало А.Л.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 Химия.

Программа рассмотрена на заседании кафедры аналитической химии
«22» 05 2019 г. Протокол № 4

Зав. кафедрой д.х.н., профессор А.Г. Пройдаков

Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.