

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 Бугульминский филиал федерального государственного бюджетного
 образовательного учреждения высшего образования
 «Казанский национальный исследовательский технологический университет»
 (БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине	Б1.В.ДВ.02.02 «Методы физического и математического моделирования»
Направление подготовки	15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
Профиль подготовки	«Оборудование нефтегазопереработки»
Квалификация выпускника	БАКАЛАВР
Форма обучения	очная/заочная
Кафедра-разработчик рабочей программы	«Технологические машины и оборудование»
Курс, семестр очная форма	2 курс; 4 семестр
Курс, семестр заочная форма	2 курс; 4 семестр

	Часы (очная форма обучения)	Зачетные единицы	Часы (заочная форма обучения)	Зачетные единицы
Лекции	18	0,5	6	0,2
Практические занятия				
Семинарские занятия				
Лабораторные занятия	36	1	8	0,2
Самостоятельная работа	90	2,5	126	3,5
Форма аттестации	зачет с оценкой		зачет с оценкой 4	0,1
Всего	144	4	144	4

Бугульма, 2020 г.

Рабочая программа составлена на основе требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (приказ Министерства образования и науки Российской Федерации №1170 от 20 октября 2015г.) по направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» для профиля «Оборудование нефтегазопереработки», на основании учебного плана набора обучающихся 2020 года.

Разработчик программы:

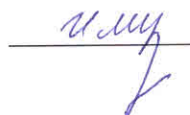
Доцент кафедры ТМО



И.А. Мутугуллина

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры технологические машины и оборудование протокол от 01.09.2020 г. № 1

Зав. кафедрой ТМО



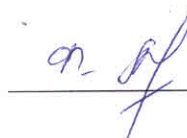
И.А. Мутугуллина

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии филиала, реализующего подготовку образовательной программы

от 01.09 2020 г. № 2

Председатель комиссии, доцент



Ф.К. Ахмедзянова

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины *Методы физического и математического моделирования* являются

а) формирование знаний о методах разработки математического описания процессов машин и аппаратов химических, нефтехимических технологий и биотехнологий;

б) обучение технологии получения математических моделей при физическом и математическом моделировании;

в) обучение способам применения математических моделей для расчета технологического оборудования для проведения химических, тепловых и массообменных процессов с использованием вычислительной техники;

г) раскрытие сущности процессов, происходящих на предприятиях химической, нефтехимической и биотехнологической отрасли.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина *Методы физического и математического моделирования* относится к вариативной части ОП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины *Методы физического и математического моделирования* бакалавр по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

а) Б1.Б.11 Информационные технологии

б) Б1.Б.13 Высшая математика

в) Б1.Б.14 Физика

Дисциплина *Методы физического и математического моделирования* является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

а) Б1.В.07 Процессы и аппараты химической технологии

б) Б1.В.14 Основы технологии изготовления оборудования

в) Б1.В.15 Проведение и обработка эксперимента

г) Б1.В.ДВ.01.01 Системы автоматизированного проектирования в разработке технологического оборудования

Знания, полученные при изучении дисциплины *Методы физического и математического моделирования* могут быть использованы при прохождении *Производственной практики (практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности)*, *Преддипломной практики* и выполнении, и *Защите выпускной квалификационной работы*, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

ПК-1 способностью к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки

ПК-3 способностью принимать участие в работах по составлению научных отчетов по выполненному заданию и внедрять результаты исследований и разработок в области технологических машинах и оборудования

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) **Знать:**

а) теоретические основы построения математических моделей;

б) математические модели типовых процессов химической технологии и элементов конструкций;

в) машинные методы расчета;

г) программное обеспечение персонального компьютера (ПК);

д) технологию решения задач на ПК.

2) Уметь:

а) формулировать математическую постановку задачи;

б) применять математические модели и методы в решении задач общеинженерных и специальных дисциплин;

в) разрабатывать вычислительные алгоритмы и программы;

г) пользоваться программными средствами универсального назначения.

3) Владеть:

а) навыками работы на ПЭВМ;

б) методами программирования с использованием распространенных «языков».

4. Структура и содержание дисциплины Методы физического и математического моделирования

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

Таблица 1а

Объем дисциплины (модуля) для очной формы обучения

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	
1.	Введение. Цели и задачи курса.	4	2			11	<i>Опрос на лекции</i>
2.	Классификация систем и процессов химической технологии.	4	2			11	<i>Опрос на лекции</i>
3.	Теоретические основы построения математических моделей.	4	2			11	<i>Опрос на лекции</i>
4.	Понятие случайной величины, параметры случайных величин.	4	2		6	11	<i>Лабораторная работа</i>
5	Построение математических моделей	4	2		8	11	<i>Лабораторная работа</i>

	экспериментально - статистическими методами.						
6	Методы планирования эксперимента.	4	2		8	11	Лабораторная работа
7	Методы оптимизации в инженерных расчетах.	4	2		8	12	Лабораторная работа
8	Математические модели основных процессов и устройств.	4	4		6	12	Лабораторная работа
Форма аттестации					зачет с оценкой		
ИТОГО			18		36	90	

Таблица 16

Объем дисциплины (модуля) для заочной формы обучения

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	
1.	Введение. Цели и задачи курса.	4	0,5			15	Опрос на лекции
2.	Классификация систем и процессов химической технологии.	4	0,5			15	Опрос на лекции
3.	Теоретические основы построения математических моделей.	4	0,5			16	Опрос на лекции
4.	Понятие случайной величины, параметры случайных величин.	4	0,5		1	16	Лабораторная работа
5	Построение математических моделей экспериментально - статистическими	4	1		2	16	Лабораторная работа

	методами.						
6	Методы планирования эксперимента.	4	1		2	16	Лабораторная работа
7	Методы оптимизации в инженерных расчетах.	4	1		2	16	Лабораторная работа
8	Математические модели основных процессов и устройств.	4	1		1	16	Лабораторная работа
Форма аттестации					зачет с оценкой (4ч.)		
ИТОГО		6			8	126	

5. Содержание лекционных занятий по темам (таблица 2 а – очная форма, таблица 2 б – заочная форма) с указанием формируемых компетенций

Таблица 2 а

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Введение. Цели и задачи курса.	2	Методы математического и физического моделирования и их место в системе знаний.	Введение. Цели и задачи курса. Методы математического и физического моделирования и их место в системе знаний. Основные сведения об информатике	ПК-1, ПК-3
2	Классификация систем и процессов в химической технологии.	2	Классификация систем и процессов в химической технологии	Классификация систем и процессов в химической технологии. Моделирование в химической технологи. Физическое, математическое моделирование	ПК-1, ПК-3
3	Теоретические основы построения математических моделей.	2	Теоретические основы построения математических моделей.	Классификация математических моделей. Методы построения математических моделей. Статистические модели.	ПК-1, ПК-3

4	Понятие случайной величины, параметры случайных величин.	2	Понятие случайной величины, параметры случайных величин.	Случайная величина, ее параметры. Понятие дисперсного анализа. Воспроизводимось экспериментальных данных. Основы статистического эксперимента. Кривые отклика (С -и F- кривые). Регрессионный анализ.	<i>ПК-1, ПК-3</i>
5	Построение математических моделей экспериментально-статистическим и методами.	2	Построение математических моделей экспериментально-статистическим и методами.	Постановка задачи. Построение уравнений регрессии методом наименьших квадратов. Проверка значимости коэффициентов и адекватности уравнений.	<i>ПК-1, ПК-3</i>
6	Методы планирования эксперимента.	2	Методы планирования эксперимента.	Полный факторный эксперимент. Дробные реплики. Эффекты взаимодействия. Планирование эксперимента	<i>ПК-1, ПК-3</i>
7	Методы оптимизации в инженерных расчетах.	2	Методы оптимизации в инженерных расчетах.	Основные понятия. Целевая функция. Область определения. Алгоритм оптимизации.	<i>ПК-1, ПК-3</i>
8	Математические модели основных процессов и устройств.	4	Типовые математические модели структуры потоков в аппаратах.	Модель идеального вытеснения. Модель идеального смешения. Диффузионные модели. Ячеечная модель. Комбинированные модели.	<i>ПК-1, ПК-3</i>

Таблица 2 б

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
-------	-------------------	------	--------------------------	--------------------	-------------------------

1	Введение. Цели и задачи курса.	0,5	Методы математического и физического моделирования и их место в системе знаний.	Введение. Цели и задачи курса. Методы математического и физического моделирования и их место в системе знаний. Основные сведения об информатике	<i>ПК-1, ПК-3</i>
2	Классификация систем и процессов в химической технологии.	0,5	Классификация систем и процессов в химической технологии	Классификация систем и процессов в химической технологии. Моделирование в химической технологи. Физическое, математическое моделирование	<i>ПК-1, ПК-3</i>
3	Теоретические основы построения математических моделей.	0,5	Теоретические основы построения математических моделей.	Классификация математических моделей. Методы построения математических моделей. Статистические модели.	<i>ПК-1, ПК-3</i>
4	Понятие случайной величины, параметры случайных величин.	0,5	Понятие случайной величины, параметры случайных величин.	Случайная величина, ее параметры. Понятие дисперсного анализа. Воспроизводимось экспериментальных данных. Основы статистического эксперимента. Кривые отклика (С -и F- кривые). Регрессионный анализ.	<i>ПК-1, ПК-3</i>
5	Построение математических моделей экспериментально-статистическим и методами.	1	Построение математических моделей экспериментально-статистическим и методами.	Постановка задачи. Построение уравнений регрессии методом наименьших квадратов. Проверка значимости коэффициентов и адекватности уравнений.	<i>ПК-1, ПК-3</i>

6	Методы планирования эксперимента.	1	Методы планирования эксперимента.	Полный факторный эксперимент. Дробные реплики. Эффекты взаимодействия. Планирование эксперимента	<i>ПК-1, ПК-3</i>
7	Методы оптимизации в инженерных расчетах.	1	Методы оптимизации в инженерных расчетах.	Основные понятия. Целевая функция. Область определения. Алгоритм оптимизации.	<i>ПК-1, ПК-3</i>
8	Математические модели основных процессов и устройств.	1	Типовые математические модели структуры потоков в аппаратах.	Модель идеального вытеснения. Модель идеального смешения. Диффузионные модели. Ячеечная модель. Комбинированные модели.	<i>ПК-1, ПК-3</i>

6. Содержание практических занятий

Не предусмотрено учебным планом.

7. Содержание лабораторных занятий (таблица 3 а – очная форма, таблица 3 б – заочная форма)

Цель проведения лабораторных занятий – приобретение опыта использования программных средств универсального и специального назначения.

Таблица 3 а

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лабораторного занятия	Формируемые компетенции
4.	Понятие случайной величины, параметры случайных величин.	6	Расчет линейной регрессии в системе MahtCAD	<i>ПК-1, ПК-3</i>
5	Построение математических моделей экспериментально-статистическими методами.	8	Построение математической модели по результатам активного эксперимента по индивидуальному заданию в системе MahtCAD	<i>ПК-1, ПК-3</i>
6	Методы планирования эксперимента.	8	Программирование по индивидуальному заданию в системе MahtCAD	<i>ПК-1, ПК-3</i>

7	Методы оптимизации в инженерных расчетах.	8	Решение транспортной задачи по индивидуальному заданию в системе MahtCAD	<i>ПК-1, ПК-3</i>
8	Математические модели основных процессов и устройств.	6	Построение математических моделей основных процессов по индивидуальному заданию в системе ChemCAD	<i>ПК-1, ПК-3</i>

Таблица 3 б

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лабораторного занятия	Формируемые компетенции
4.	Понятие случайной величины, параметры случайных величин.	1	Расчет линейной регрессии в системе MahtCAD	<i>ПК-1, ПК-3</i>
5	Построение математических моделей экспериментально-статистическими методами.	2	Построение математической модели по результатам активного эксперимента по индивидуальному заданию в системе MahtCAD	<i>ПК-1, ПК-3</i>
6	Методы планирования эксперимента.	2	Программирование по индивидуальному заданию в системе MahtCAD	<i>ПК-1, ПК-3</i>
7	Методы оптимизации в инженерных расчетах.	2	Решение транспортной задачи по индивидуальному заданию в системе MahtCAD	<i>ПК-1, ПК-3</i>
8	Математические модели основных процессов и устройств.	1	Построение математических моделей основных процессов по индивидуальному заданию в системе ChemCAD	<i>ПК-1, ПК-3</i>

8. *Самостоятельная работа бакалавра* (таблица 4 а – очная форма, таблица 4 б – заочная форма)

Таблица 4 а

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1.	Введение. Цели и задачи курса.	11	<i>Проработка материала, подготовка к опросу на лекции</i>	<i>ПК-1, ПК-3</i>

2.	Классификация систем и процессов в химической технологии.	11	<i>Проработка материала, подготовка к опросу на лекции</i>	<i>ПК-1, ПК-3</i>
3.	Теоретические основы построения математических моделей.	11	<i>Проработка материала, подготовка к опросу на лекции</i>	<i>ПК-1, ПК-3</i>
4.	Понятие случайной величины, параметры случайных величин.	11	<i>Проработка материала, подготовка к лабораторной работе и оформление отчета</i>	<i>ПК-1, ПК-3</i>
5.	Построение математических моделей экспериментально-статистическими методами.	11	<i>Проработка материала, подготовка к лабораторной работе и оформление отчета</i>	<i>ПК-1, ПК-3</i>
6.	Методы планирования эксперимента.	11	<i>Проработка материала, подготовка к лабораторной работе и оформление отчета</i>	<i>ПК-1, ПК-3</i>
7.	Методы оптимизации в инженерных расчетах.	12	<i>Проработка материала, подготовка к лабораторной работе и оформление отчета</i>	<i>ПК-1, ПК-3</i>
8.	Математические модели основных процессов и устройств.	12	<i>Проработка материала, подготовка к лабораторной работе и оформление отчета</i>	<i>ПК-1, ПК-3</i>

Таблица 4 б

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1.	Введение. Цели и задачи курса.	15	<i>Проработка материала, подготовка к опросу на лекции</i>	<i>ПК-1, ПК-3</i>
2.	Классификация систем и процессов в химической технологии.	15	<i>Проработка материала, подготовка к опросу на лекции</i>	<i>ПК-1, ПК-3</i>
3.	Теоретические основы построения математических моделей.	16	<i>Проработка материала, подготовка к опросу на лекции</i>	<i>ПК-1, ПК-3</i>
4.	Понятие случайной величины, параметры случайных величин.	16	<i>Проработка материала, подготовка к лабораторной работе и оформление отчета</i>	<i>ПК-1, ПК-3</i>

5.	Построение математических моделей экспериментально-статистическими методами.	16	<i>Проработка материала, подготовка к лабораторной работе и оформление отчета</i>	<i>ПК-1, ПК-3</i>
6.	Методы планирования эксперимента.	16	<i>Проработка материала, подготовка к лабораторной работе и оформление отчета</i>	<i>ПК-1, ПК-3</i>
7.	Методы оптимизации в инженерных расчетах.	16	<i>Проработка материала, подготовка к лабораторной работе и оформление отчета</i>	<i>ПК-1, ПК-3</i>
8.	Математические модели основных процессов и устройств.	16	<i>Проработка материала, подготовка к лабораторной работе и оформление отчета</i>	<i>ПК-1, ПК-3</i>

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Методы физического и математического моделирования» используется рейтинговая система. Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы определяются их сложностью. 4 семестр завершается зачетом с проставлением оценки и соответствующего ей числа на зачете (60÷73-удовл., 74÷86- хор., 87÷100-отл).

При изучении дисциплины предусматривается зачет с проставлением оценки, лабораторные работы, собеседования. За эти контрольные точки студент может получить минимальное и максимальное количество баллов (см. таблицу).

Оценочные средства	Кол-во	Min, баллов	Max, баллов
Лабораторные работы	5	45	70
Опросы на лекции	3	15	30
Итого:		60	100

10. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

10.1. Основная литература

При изучении дисциплины «Методы физического и математического моделирования» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Основные источники информации	Кол-во экз.
Бордовский, Г. А. Физические основы математического моделирования: учебник и практикум для вузов / Г. А. Бордовский, А. С. Кондратьев, А. Чоудери. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 319 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05365-4.	ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/452264 Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
Моделирование систем и процессов: учебник для вузов / В. Н. Волкова [и др.]; под редакцией В. Н. Волковой, В. Н. Козлова. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 450 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-7322-8.	ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/450218 Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»

<p>Моделирование систем и процессов. Практикум : учебное пособие для вузов / В. Н. Волкова [и др.] ; под редакцией В. Н. Волковой. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 295 с.</p>	<p>ЭБС Юрайт https://urait.ru/bcode/451288 Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»</p>
--	---

10.2. Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
<p>Рейзлин, В. И. Математическое моделирование : учебное пособие для вузов / В. И. Рейзлин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 126 с.</p>	<p>ЭБС Юрайт https://urait.ru/bcode/451402 Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»</p>
<p>Кэрт, Б. Э. Математическое моделирование и экспериментальная отработка систем разделения реактивных снарядов в 2 ч. Часть 1 : учебное пособие для вузов / Б. Э. Кэрт, В. И. Козлов, Н. А. Макаровец ; под редакцией Н. А. Макаровца. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 240 с.</p>	<p>ЭБС Юрайт https://urait.ru/bcode/453078 Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»</p>
<p>Кафаров, В. В. Математическое моделирование основных процессов химических производств: учебное пособие для вузов / В. В. Кафаров, М. Б. Глебов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 403 с.</p>	<p>ЭБС Юрайт https://urait.ru/bcode/455050 Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»</p>
<p>Методы физического и математического моделирования: Метод. указания/Казан. гос. технол. ун-т; Сост.: В.А. Булкин и др. Казань, 2006. 28 с.</p>	<p>1 экз. в УНИЦ КНИТУ</p>

10.3. Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Методы физического и математического моделирования» в качестве электронных источников информации, рекомендуется использовать следующие источники:

1. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» - режим доступа: <http://biblioclub.ru/>
2. ЭБС Book.ru - режим доступа: <https://www.book.ru/>
3. ЭБС urait.ru - режим доступа: <https://urait.ru/>
4. <https://www.youtube.com/watch?v=ZTZjFz8HPUM> — МОЖНО ЛИ ДОВЕРЯТЬ МАТЕМАТИКЕ? | IQ
5. https://www.youtube.com/watch?v=7WhRJV_bAiE — Voyage into the world of atoms

Согласовано:

Библиотекарь



А.Г. Латыпова

11. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).

Для реализации учебного процесса по дисциплине Методы физического и математического моделирования требуется следующее материально-техническое обеспечение:

Наименование раздела (темы) дисциплины	Наименование учебной лаборатории, аудитории, класса	Перечень лабораторного оборудования, специализированной мебели и технических средств обучения
1-9	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа (К, 104)	<ul style="list-style-type: none">- мультимедийный проектор;- персональный компьютер;- настенный экран;- акустические колонки;- учебные столы, стулья;- доска передвижная;- стол преподавателя.
	Лаборатория моделирования химико-технологических процессов (К, 325)	<ul style="list-style-type: none">- учебные столы, стулья;- доска;- стол преподавателя;- компьютерные столы, стулья;- персональные компьютеры (11 шт.);- локальная вычислительная сеть;- мультимедиа-проектор;- экран настенный;- сборочные единицы (краны, вентили);- штангенциркуль.
	Помещение для самостоятельной работы (К, 214)	<ul style="list-style-type: none">- персональный компьютер;- стол компьютерный;- учебные столы, стулья.

13. Образовательные технологии

1. Лекции. Наряду с традиционными видами лекционных занятий, также используются лекция-визуализация (с использованием различных форм наглядности: презентации по дисциплине, мультимедиа, рисунки, фото, схемы и таблицы); лекция-консультация (осуществляемая в формате «вопросы – ответы»).

2. Практические занятия (устный опрос, тестирование, собеседование, дискуссия).

3. При организации самостоятельной работы используются следующие образовательные технологии: самообучение (индивидуальная и групповая самостоятельная работа – изучение базовой и дополнительной литературы, подготовка к практическим занятиям).

Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине Методы физического и математического моделирования пересмотрена на заседании кафедры ТМО

п/п	Дата переутверждения РП (протокол заседания кафедры № _____ от ____ 20__)	Наличие изменений	Наличие изменений в списке литературы	Подпись разработчика РП	Подпись заведующего кафедрой	Подпись начальника УМО