

Подписано электронной подписью:  
Вержицкий Данил Григорьевич  
Должность: Директор КГПИ ФГБОУ ВО «КемГУ»  
Дата и время: 2024-02-21 00:00:00  
471086fad29a3b30e244e728abc3661ab35e9d50210dcf0e75e03a5b6fdf6436

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кемеровский государственный университет»  
Новокузнецкий институт (филиал)

Факультет информатики, математики и экономики

УТВЕРЖДАЮ

Декан

\_\_\_\_\_ А. В. Фомина  
«08» февраля 2024 г.

### **Рабочая программа дисциплины**

#### **К.М.05.05 Практика вычислительного эксперимента**

Направление подготовки

#### **01.04.02 Прикладная математика и информатика**

Направленность (профиль) подготовки

Математическое моделирование

Программа  
*магистратуры*

Квалификация выпускника  
*магистр*

Форма обучения  
*Очная*

Год набора 2024

Новокузнецк 2024

## **Оглавление**

1 Цель дисциплины. ....	3
Формируемые компетенции, индикаторы достижения компетенций, знания, умения, навыки .....	3
Место дисциплины.....	3
2 Объём и трудоёмкость дисциплины по видам учебных занятий. Формы промежуточной аттестации.....	3
3. Учебно-тематический план и содержание дисциплины. ....	4
3.1 Учебно-тематический план .....	4
4 Порядок оценивания успеваемости и сформированности компетенций обучающегося в текущей и промежуточной аттестации. ....	5
5 Материально-техническое, программное и учебно-методическое обеспечение дисциплины. ....	5
5.1 Учебная литература .....	6
5.2 Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины.....	6
5.3 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы. ....	7
6 Иные сведения и (или) материалы. ....	7
6.1. Примерные вопросы и задания / задачи для промежуточной аттестации .	7

## 1 Цель дисциплины.

В результате освоения данной дисциплины у обучающегося должны быть сформированы компетенции основной профессиональной образовательной программы бакалавриата (далее - ОПОП):

*ПК-1. Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки при исследовании самостоятельных тем*

Содержание компетенций как планируемых результатов обучения по дисциплине см. таблицы 1 и 2.

**Формируемые компетенции, индикаторы достижения компетенций, знания, умения, навыки**

Таблица 1 – Индикаторы достижения компетенций, формируемые дисциплиной

Код и название компетенции	Индикаторы достижения компетенции по ОПОП	Знания, умения, навыки (ЗУВ), формируемые дисциплиной
ПК-1 <i>Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки при исследовании самостоятельных тем</i>	ПК 1.1. Осуществляет разработку планов и методических программ проведения исследований, организует проведение исследования. ПК 1.5. Проводит анализ научных данных, результатов экспериментов и наблюдений. ПК 1.6 Осуществляет теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений.	<b>Знать</b> – методы и средства планирования и организации экспериментов для научных исследований и опытно-конструкторских разработок, <b>Уметь:</b> – ставить цели и обозначать задачи проводимых исследований и разработок, – проводить эксперименты с использованием новейших математических и информационных достижений, – осуществлять теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений. – применять методы анализа научных данных, результатов экспериментов и наблюдений <b>Владеть</b> - навыками проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации.

### Место дисциплины

Дисциплина включена в модуль «Научно-исследовательская работа в области математического моделирования ПК1» ОПОП ВО, часть, формируемая участниками образовательных отношений. Дисциплина осваивается на 1 курсе в 2 семестре.

## 2 Объём и трудоёмкость дисциплины по видам учебных занятий.

### Формы промежуточной аттестации.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины по видам учебных занятий

Общая трудоемкость и виды учебной работы по дисциплине, проводимые в разных формах	Объём часов по формам обучения
------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------

	ОФО
1 Общая трудоемкость дисциплины	72
2 Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	32
Аудиторная работа (всего):	32
в том числе:	
лекции	16
лабораторные занятия	16
Внеаудиторная работа (всего):	-
3 Самостоятельная работа обучающихся (всего)	40
4 Промежуточная аттестация обучающегося - зачет	-

### 3. Учебно-тематический план и содержание дисциплины.

#### 3.1 Учебно-тематический план

Таблица 3 - Учебно-тематический план очной формы обучения

№ недели п/п	Разделы и темы дисциплины по занятиям	Общая трудоёмкость (всего час.)	Трудоемкость занятий (час.)			Формы текущего контроля и промежуточной аттестации успеваемости
			ОФО		СРС	
			Аудиторн. занятия			
			лекц.	лаб.		
1-4	1. Введение. Основные понятия вычислительного эксперимента	18	4	4	10	Устный опрос
1-2	1.1 Соотношение теории и практики в научных исследованиях. Роль математического моделирования при исследовании природных явлений и создании технических объектов.	7	2	-	5	
3-4	1.2 Основные этапы вычислительного эксперимента. Особенности вычислительного компьютерного эксперимента по сравнению с натурным экспериментом	11	2	4	5	
5-8	2. Методы построения математических моделей для вычислительного эксперимента	18	4	4	10	Коллоквиум
5-6	2.1 Формализация описания процессов в естественных, социально-экономических и технических системах. Математическая модель типа «чёрный ящик». Пространство состояний, воздействия, отклик. Полуэмпирические и эмпирические модели, области их применения. Формальные модели. Структурные модели.	9	2	2	5	
7-8	2.2 Основы теории размерностей и подобия. П-теорема. Применение анализа размерностей и подобия для построения полуэмпирических моделей.	9	2	2	5	
9-12	3. Планирование вычислительного эксперимента	18	4	4	10	Расчетно-графическая работа п. 1
9-10	3.1 Основные требования, критерии планирования. Планы для моделей, описываемых полиномами первого порядка. Полный и дробный факторные эксперименты. Планы для моделей, содержащих эффекты взаимодействий. Оценка адекватности моделей и значимости коэффициентов.	9	2	2	5	
11-12	3.2 Планы для квадратичных моделей. Ортогональные и рототабельные центральные композиционные планы. Насыщенные симплекс-планы. Вычислительный эксперимент в задачах	9	2	2	5	

№ недели п/п	Разделы и темы дисциплины по занятиям	Общая трудоёмкость (всего час.)	Трудоёмкость занятий (час.)			Формы текущего контроля и промежуточной аттестации успеваемости
			ОФО			
			Аудиторн. занятия		СРС	
			лекц.	лаб.		
	оптимизации					
13-16	4. Интерпретация результатов вычислительного эксперимента	18	4	4	10	Расчетно-графическая работа п. 2
13-14	4.1 Анализ адекватности модели по результатам вычислительного эксперимента. Параметрические исследования дискретных математических моделей. Оценка коэффициентов чувствительности и отклика на конечную вариацию фактора.	9	2	2	5	
15-16	4.2 Построение аппроксимирующих зависимостей с использованием многоуровневых моделей. Обобщение результатов вычислительного эксперимента	9	2	2	5	
	Промежуточная аттестация - <i>зачет</i>					зачет
	<b>Всего</b>	<b>72</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>40</b>	

#### 4 Порядок оценивания успеваемости и сформированности компетенций обучающегося в текущей и промежуточной аттестации.

Для положительной оценки по результатам освоения дисциплины обучающемуся необходимо выполнить все установленные виды учебной работы. Оценка результатов работы обучающегося в баллах (по видам) приведена в таблице 4.

Таблица 4 - Балльно-рейтинговая оценка результатов учебной работы

Учебная работа (виды)	Сумма баллов	Виды и результаты учебной работы	Оценка в аттестации	Баллы (17 недель)
Текущая учебная работа в семестре (Посещение занятий по расписанию и выполнение заданий)	<b>80</b>	Лекционные занятия (конспект) (8 занятий)	<b>2 балла</b> посещение 1 лекционного занятия	10-16
		Лабораторные занятия (8 занятий).	<b>3 балла</b> - посещение 1 лабораторного занятия и выполнение работы	12-24
		Коллоквиум (письменный отчет)	<b>5 балла</b> (выполнено 51 - 65% заданий) <b>7 балла</b> (выполнено 66 - 85% заданий) <b>10 баллов</b> (выполнено 86 - 100% заданий)	5-10
		Расчетно-графическая работа	<b>15 баллов</b> (выполнено 51 - 65% заданий) <b>22 баллов</b> (выполнено 66 - 85% заданий) <b>30 баллов</b> (выполнено 86 - 100% заданий)	15-30
<b>Итого по текущей работе в семестре</b>				41 - 80
Промежуточная аттестация (зачет с оценкой)	20	Решение задачи 1.	<b>5 баллов</b> (пороговое значение) <b>10 баллов</b> (максимальное значение)	5-10
		Решение задачи 2.	<b>5 баллов</b> (пороговое значение) <b>10 баллов</b> (максимальное значение)	5-10
<b>Итого по промежуточной аттестации (зачет с оценкой)</b>				10-20
<b>Суммарная оценка по дисциплине: Сумма баллов текущей и промежуточной аттестации 51 – 100 б.</b>				

#### 5 Материально-техническое, программное и учебно-

## методическое обеспечение дисциплины.

### 5.1 Учебная литература

#### Основная учебная литература

1. Афанасьева, Н. Ю. Вычислительные и экспериментальные методы научного эксперимента [Текст] : учебное пособие. – Москва :Кнорус, 2013. – 330 с. – Гриф ГОУ ВПО «Московский гос. Технический университет им Н. Э. Баумана» «Рекомендовано».

#### Дополнительная учебная литература

1. Гефан, Г. Д. Основы теории эксперимента : учебное пособие / Г. Д. Гефан, Н. К. Ширяева. — Иркутск : ИрГУПС, 2017. — 136 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/134675>— Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Гребнева, О. А. Теория планирования экспериментов в городском строительстве и хозяйстве : учебное пособие / О. А. Гребнева. — Иркутск : ИРНИТУ, 2017. — 160 с. — ISBN 978-5-8038-1195-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/217151>— Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Реброва, И. А. Планирование эксперимента : учебное пособие / И. А. Реброва. — 2-е изд., доревизованное, исправленное. — Омск : СиБАДИ, 2022. — 110 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/300428>— Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Фокичева, Е. А. Планирование эксперимента и обработка результатов исследований : учебное пособие / Е. А. Фокичева, М. И. Алексеев. — Вологда : ВоГУ, 2014. — 72 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/93070>— Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Белокопытов, В. И. Организация, планирование и обработка результатов эксперимента : учебное пособие / В. И. Белокопытов. — Красноярск : СФУ, 2020. — 132 с. — ISBN 978-5-7638-4297-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/181612>— Режим доступа: для авториз. пользователей.

### 5.2 Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины.

Учебные занятия по дисциплине проводятся в учебных аудиториях КГПИ КемГУ:

410 Учебная аудитория (мультимедийная) для проведения: - занятий лекционного типа; - групповых и индивидуальных консультаций; - текущего контроля и промежуточной аттестации; Специализированная (учебная) мебель: доска меловая, кафедра, моноблоки аудиторные. Оборудование: стационарное - компьютер, экран, проектор. Используемое программное обеспечение: MSWindows, LibreOffice (свободно распространяемое ПО), Яндекс.Браузер (отечественное свободно распространяемое ПО). Интернет с обеспечением доступа в ЭИОС.	654079, Кемеровская область, г. Новокузнецк, пр-кт Metallургов, д. 19
508 Лаборатория компьютерного моделирования Учебная аудитория (мультимедийная) для проведения: - занятий лабораторного типа; - групповых и индивидуальных консультаций; - самостоятельной работы; - текущего контроля и промежуточной аттестации. Специализированная (учебная) мебель: доска меловая, кафедра, столы, стулья. Оборудование для презентации учебного материала : стационарное - компьютер преподавателя, проектор, экран.	654079, Кемеровская область, г. Новокузнецк, пр-кт Metallургов, д. 19

Лабораторное оборудование: стационарное – компьютеры для обучающихся (18 шт.). Используемое программное обеспечение: MSWindows, LibreOffice (свободно распространяемое ПО), AUTOCAD (Коробочная лицензия №0730450), FoxitReader (свободно распространяемое ПО), Firefox 14 (свободно распространяемое ПО), Яндекс.Браузер (отечественное свободно распространяемое ПО), MathCad (Лицензия №9А1487712), Opera 12 (свободно распространяемое ПО), Интернет с обеспечением доступа в ЭИОС.	
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

### 5.3 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

#### Перечень СПБД и ИСС по дисциплине

1. Информационная система «Общероссийский математический портал», режим доступа : <http://www.mathnet.ru/>
2. Информационная система «Экспонента» - центр инженерных технологий и моделирования, режим доступа: <http://www.exponenta.ru>
3. База данных Science Direct (более 1500 журналов издательства Elsevier, среди них издания по математике и информатике), режим доступа :<https://www.sciencedirect.com>
4. Информационная система «Единое окно доступа к информационным ресурсам» <http://window.edu.ru/catalog/>
5. Базы данных и аналитические публикации на портале «Университетская информационная система Россия», режим доступа: <https://uisrussia.msu.ru/>

## 6 Иные сведения и (или) материалы.

### 6.1. Примерные вопросы и задания / задачи для промежуточной аттестации

Форма промежуточной аттестации зачет.

#### Таблица 5 - Примерные теоретические вопросы и практические задания / задачи к зачету

Разделы и темы	Примерные теоретические вопросы	Примерные практические задания / задачи
<b>1. Введение. Основные понятия вычислительного эксперимента</b>		
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Математическая модель типа «чёрный ящик». Пространство состояний, воздействия, отклик.</li> <li>2. Структурные модели. Полуэмпирические и эмпирические модели, области их применения.</li> </ol>	<p>Установите соответствие:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Способность модели отразить изучаемые свойства натурального объекта</li> <li>2. Способность модели обеспечить совпадение измеренных и вычисленных параметров объекта</li> <li>3. Способность модели отражать характеристики объекта с заданной относительной погрешностью</li> </ol> <p>А) адекватность Б) точность В) полнота</p>
<b>2. Методы построения математических моделей для вычислительного эксперимента</b>		
	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Аналитические методы.</li> <li>4. Теория размерностей и подобия. Приведение математических моделей к безразмерному виду.</li> <li>5. П-теорема, использование для построения</li> </ol>	<p>Определить количество безразмерных комплексов и выписать их используя матрицу решений для величин, представленных ниже.</p> <p><math>F</math> — действующая на тело сила,</p>

	<p>полуэмпирических моделей.</p> <p>6. Особенности вычислительного компьютерного эксперимента по сравнению с натурным экспериментом.</p> <p>7. Основные этапы вычислительного эксперимента.</p>	<p><math>m</math> — его масса,</p> <p><math>t</math> — время,</p> <p><math>l</math> — характерный линейный размер.</p> <p><math>E</math> — модуль Юнга,</p> <p><math>\rho</math> — плотность материала конструкции,</p> <p><math>F</math> — характерная внешняя сила,</p> <p><math>g</math> — ускорение силы тяжести.</p> <p><math>\nu = \frac{\mu}{\rho}</math></p> <p><math>\rho</math> — кинематический коэффициент вязкости ,</p>
<b>3. Планирование вычислительного эксперимента</b>		
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Постановка задачи планирования вычислительного эксперимента. Математическая модель. Функция отклика.</li> <li>2. Полный факторный эксперимент типа <math>2^k</math>. План-матрица.</li> <li>3. Дробный факторный эксперимент. Полуреплика <math>2^{k-1}</math>.</li> <li>4. Графическая интерпретация результатов факторного вычислительного эксперимента.</li> <li>5. Оценка адекватности полиномиальной модели по результатам вычислительного эксперимента.</li> <li>6. Ортогональные планы второго порядка. Центральный композиционный ортогональный план.</li> <li>7. Симплексно-решетчатое планирование вычислительного эксперимента.</li> <li>8. Вычислительный эксперимент в задачах оптимизации без ограничений. Восхождение по градиенту.</li> </ol>	<p>Составить план-матрицы одно и двухфакторного вычислительного эксперимента согласно заданному количеству уровней варьирования</p>
<b>4. Интерпретация результатов вычислительного эксперимента</b>		
	<ol style="list-style-type: none"> <li>8. Оценка коэффициентов чувствительности.</li> </ol>	<p>Провести полный анализ результатов эксперимента, включающий</p>



	<p>9. Параметрические исследования. Метод малого параметра.</p> <p>10. Параметрическое исследование при конечной вариации параметра в случае линейной зависимости матрицы системы от параметра.</p> <p>11. Параметрическое исследование при конечной вариации параметра в случае полиномиальной зависимости матрицы системы от параметра.</p>	<p>построение регрессионной модели, выявление незначимых параметров, анализ модели</p>
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------

Составитель (и): канд. физ.-мат. наук, доцент Вячкина Е.А.

*(фамилия, инициалы и должность преподавателя (ей))*