

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

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



А.В. Фомина

«13» февраля 2020 г.

**Рабочая программа дисциплины
Б1.В.08 Вычислительный эксперимент**

Направление подготовки

01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль) подготовки

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ**

Программа бакалавриата

Квалификация выпускника
бакалавр

Форма обучения
Очная

Год набора 2020

Новокузнецк 2020

Лист внесения изменений
в РПД Б1.В.08 Вычислительный эксперимент

Сведения об утверждении:

на 2020 - 2021 учебный год

утверждена Ученым советом факультета информатики, математики и экономики
(протокол Ученого совета факультета № 8 от 13.02.2020)

Одобрена на заседании методической комиссии факультета *информатики, математики
и экономики*

протокол методической комиссии факультета № 6 от 06.02.2020)

Одобрена на заседании кафедры *математики, физики и математического
моделирования*

протокол № 6 от 17.01.2020 г.

/ Е.В. Решетникова
(Ф. И.О. зав. кафедрой)



Оглавление

1	Цель дисциплины	4
1.1	Формируемые компетенции.....	4
1.2	Индикаторы достижения компетенций.....	4
1.3	Знания, умения, навыки (ЗУВ) по дисциплине	4
2	Объём и трудоёмкость дисциплины по видам учебных занятий. Формы промежуточной аттестации	5
3.	Учебно-тематический план и содержание дисциплины.....	5
3.1	Учебно-тематический план	5
3.2.	Содержание занятий по видам учебной работы.....	6
4	Порядок оценивания успеваемости и сформированности компетенций обучающегося в текущей и промежуточной аттестации.....	7
5	Материально-техническое, программное и учебно-методическое обеспечение дисциплины	8
5.1	Учебная литература	8
5.2	Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины.....	9
5.3	Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	10
6	Иные сведения и (или) материалы.....	10
6.1.	Примерные вопросы и задания / задачи для промежуточной аттестации	10

1 Цель дисциплины.

В результате освоения данной дисциплины у обучающегося должны быть сформированы компетенции основной профессиональной образовательной программы бакалавриата (далее - ОПОП): ПК-1.

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

1.1 Формируемые компетенции

Таблица 1 - Формируемые дисциплиной компетенции

Наименование вида компетенции (универсальная, общепрофессиональная, профессиональная)	Наименование категории (группы) компетенций	Код и название компетенции
профессиональная		ПК-1 Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ

1.2 Индикаторы достижения компетенций

Таблица 2 – Индикаторы достижения компетенций, формируемые дисциплиной

Код и название компетенции	Индикаторы достижения компетенции по ОПОП	Дисциплины и практики, формирующие компетенцию ОПОП
ПК-1 Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	1.1 Проводит работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований 1.2 Выполняет эксперименты и оформляет результаты исследований и разработок 1.3 Готовит элементы документации, проекты планов и программ проведения отдельных этапов работ	Б1.В.03 Пакеты прикладных программ для математического моделирования Б1.В.08 Вычислительный эксперимент Б1.В.09 Методология и организация научных исследований и опытно-конструкторских работ Б2.В.01(П) Производственная практика. Профильная практика

1.3 Знания, умения, навыки (ЗУВ) по дисциплине

Таблица 3 – Знания, умения, навыки, формируемые дисциплиной

Код и название компетенции	Индикаторы достижения компетенции, закреплённые за дисциплиной	Знания, умения, навыки (ЗУВ), формируемые дисциплиной
ПК-1 Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов научно-исследовательских и	1.1 Проводит работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований 1.2 Выполняет эксперименты и оформляет	Знать – методы и средства планирования и организации экспериментов для научных исследований и опытно-конструкторских разработок, Уметь: – ставить цели и обозначать задачи

Код и название компетенции	Индикаторы достижения компетенции, закрепленные за дисциплиной	Знания, умения, навыки (ЗУВ), формируемые дисциплиной
опытно-конструкторских работ	результаты исследований и разработок 1.3 Готовит элементы документации, проекты планов и программ проведения отдельных этапов работ	проводимых исследований и разработок, – проводить эксперименты с использованием новейших математических и информационных достижений, – оформлять элементы документации по результатам научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ – применять методы анализа научно-технической информации Владеть - методами проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации.

2 Объём и трудоёмкость дисциплины по видам учебных занятий. Формы промежуточной аттестации.

Таблица 4 – 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	288
2 Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	114
Аудиторная работа (всего):	112
в том числе:	
лекции	40
практические занятия, семинары	72
Внеаудиторная работа (всего):	
3 Самостоятельная работа обучающихся (всего)	140
4 Промежуточная аттестация обучающегося - зачет с оценкой (7 семестр) - экзамен (8 семестр)	36

3. Учебно-тематический план и содержание дисциплины.

3.1 Учебно-тематический план

Таблица 5 - Учебно-тематический план очной формы обучения

№ недели п/п	Разделы и темы дисциплины по занятиям	Общая трудоемкость (всего час.)	Трудоемкость занятий (час.)			Формы текущего контроля и промежуточной аттестации успеваемости
			ОФО			
			Аудиторн. занятия		СРС	
			лекц.	практ.		
Семестр 7						
1.	Введение. Основные понятия вычислительного эксперимента	56	8	18	30	
2.	Методы построения математических моделей	88	10	18	60	Коллоквиум

№ недели п/п	Разделы и темы дисциплины по занятиям	Общая трудоёмкость (всего час.)	Трудоёмкость занятий (час.)			Формы текущего контроля и промежуточной аттестации успеваемости
			ОФО		СРС	
			Аудиторн. занятия			
лекц.	практ.					
	для вычислительного эксперимента					
	Промежуточная аттестация (зачет)					
	Итого за 7 семестр	144	18	36	90	
Семестр 8						
3.	Планирование вычислительного эксперимента	38	8	12	18	Расчетно-графическая работа п. 1
4.	Интерпретация результатов вычислительного эксперимента	38	8	12	18	Расчетно-графическая работа п. 3
5.	Пакеты прикладных программ для вычислительного эксперимента	32	6	12	14	Расчетно-графическая работа п. 2
	Промежуточная аттестация - экзамен	36				экзамен
	Итого за 8 семестр	144	22	36	50	36
	Всего:	288	40	72	140	

3.2. Содержание занятий по видам учебной работы

Таблица 6 – Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание занятия
Семестр 7		
<i>Содержание лекционного курса</i>		
1	Введение. Основные понятия вычислительного эксперимента	Соотношение теории и практики в научных исследованиях. Роль математического моделирования при исследовании природных явлений и создании технических объектов. Основные этапы вычислительного эксперимента. Особенности вычислительного компьютерного эксперимента по сравнению с натурным экспериментом
2	Методы построения математических моделей для вычислительного эксперимента	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. Основы теории размерностей и подобия. П-теорема. Применение анализа размерностей и подобия для построения полуэмпирических моделей. Применение теоретических моделей для анализа сложных явлений. Многоуровневые модели. Эмпирические поправки. Уточнение теоретических моделей на основе данных вычислительного эксперимента.
<i>Содержание практических занятий</i>		
1	Введение. Основные понятия вычислительного эксперимента	Пробное построение вычислительного эксперимента
2	Методы построения математических моделей для вычислительного эксперимента	Решение задач на определение размерностей задач. Применение анализа размерностей и подобия для построения полуэмпирических моделей. Применение теоретических моделей для анализа сложных явлений. Многоуровневые модели. Разработка математических моделей, алгоритмов, методов и инструментальных средств по тематике проводимых научно-исследовательских проектов
Семестр 8		
<i>Содержание лекционного курса</i>		

1	Планирование вычислительного эксперимента	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. Планы для квадратичных моделей. Ортогональные и рототабельные центральные композиционные планы. Насыщенные симплекс-планы. Вычислительный эксперимент в задачах оптимизации
2	Интерпретация результатов вычислительного эксперимента	Анализ адекватности модели по результатам вычислительного эксперимента. Параметрические исследования дискретных математических моделей. Оценка коэффициентов чувствительности и отклика на конечную вариацию фактора. Построение аппроксимирующих зависимостей с использованием многоуровневых моделей. Обобщение результатов вычислительного эксперимента
3	Пакеты прикладных программ для вычислительного эксперимента	Универсальные пакеты для визуализации результатов вычислительного эксперимента. Специализированные пакеты программ для вычислительных экспериментов в предметных областях. Новейшие математические и информационные достижения
<i>Содержание практических занятий</i>		
1	Планирование вычислительного эксперимента	Планы для моделей, содержащих эффекты взаимодействия. Оценка адекватности моделей и значимости коэффициентов. Планы для квадратичных моделей.
2	Интерпретация результатов вычислительного эксперимента	Анализ адекватности модели по результатам вычислительного эксперимента. Параметрические исследования дискретных математических моделей. Оценка коэффициентов чувствительности и отклика на конечную вариацию фактора. Построение аппроксимирующих зависимостей с использованием многоуровневых моделей. Обобщение результатов вычислительного эксперимента
3	Пакеты прикладных программ для вычислительного эксперимента	Применение программных средств для проведения вычислительного эксперимента.

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 7.

Таблица 7 - Балльно-рейтинговая оценка результатов учебной работы 7 семестр

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)	80	Лекционные занятия (конспект) (9 занятий)	2 балла посещение 1 лекционного занятия	12-18
		Практические занятия (18 занятий).	3 балла - посещение 1 практического занятия и выполнение работы	27-54
		Коллоквиум (письменный отчет)	3 балла (выполнено 51 - 65% заданий) 5 балла (выполнено 66 - 85% заданий) 8 баллов (выполнено 86 - 100% заданий)	3-8
Итого по текущей работе в семестре				41 - 80
Промежуточная аттестация (зачет с оценкой)	20	Решение задачи 1.	5 баллов (пороговое значение) 10 баллов (максимальное значение)	5-10
		Решение задачи 2.	5 баллов (пороговое значение)	5-10

		10 баллов (максимальное значение)	
Итого по промежуточной аттестации (зачет с оценкой)			10-20
Суммарная оценка по дисциплине: Сумма баллов текущей и промежуточной аттестации 51 – 100 б.			

8 семестр

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)	60	Лекционные занятия (конспект) (12 занятий)	1 балла посещение 1 лекционного занятия	6-12
		Практические занятия (18 занятий).	1 балла - посещение 1 практического занятия и выполнение работы	10-18
		Расчетно-графическая работа	15 баллов (выполнено 51 - 65% заданий) 22 баллов (выполнено 66 - 85% заданий) 30 баллов (выполнено 86 - 100% заданий)	15-30
Итого по текущей работе в семестре				31 - 60
Промежуточная аттестация (экзамен)	40	Решение задачи 1.	10 балла (пороговое значение) 20 баллов (максимальное значение)	10-20
		Решение задачи 2.	10 балла (пороговое значение) 20 баллов (максимальное значение)	10-20
Итого по промежуточной аттестации (экзамен)				20-40
Суммарная оценка по дисциплине: Сумма баллов текущей и промежуточной аттестации 51 – 100 б.				

В промежуточной аттестации оценка выставляется в ведомость в 100-балльной шкале и в буквенном эквиваленте (таблица 8)

Таблица 8 – Соотнесение 100-балльной шкалы и буквенного эквивалента оценки

Сумма набранных баллов	Уровни освоения дисциплины и компетенций	Экзамен		Зачет
		Оценка	Буквенный эквивалент	Буквенный эквивалент
86 - 100	Продвинутый	5	отлично	Зачтено
66 - 85	Повышенный	4	хорошо	
51 - 65	Пороговый	3	удовлетворительно	
0 - 50	Первый	2	неудовлетворительно	Не зачтено

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».

2. Костин, В.Н. Теория эксперимента [Электронный ресурс]: Учебное пособие. / В.Н. Костин, В.В. Паничев – Оренбург: ОГУ, 2013. – 209 с.
http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=259219

Дополнительная учебная литература

1. Введение в математическое моделирование [Текст] : учебное пособие / под ред. П. В. Трусова. - Москва : Логос [и др.], 2007. - 440 с. - (Новая Университетская Библиотека). - Гриф МО "Допущено".
2. Тарасик, В. П. Математическое моделирование технических систем [Электронный ресурс]: учебник / В. П. Тарасик. - Электрон. текстовые дан.- Москва:НИЦ ИНФРА-М, 2016. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=549747>
3. Рябенский, В. С. Введение в вычислительную математику [Электронный ресурс] / В. С. Рябенский. - 3-е изд., испр. и доп. - Электрон. текстовые дан. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2008. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=544692>
4. Партыка, Т. Л. Вычислительная техника [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Партыка Т.Л., Попов И.И., - 3-е изд., испр. и доп. - Электрон. текстовые дан.- Москва:Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=546274>
5. Назаров, С. В. Операционные системы специализированных вычислительных комплексов: Теория построения и системного проектирования [Электронный ресурс] / С. В. Назаров. - Электрон. текстовые дан.- Москва: Машиностроение, 1989. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=374192>
6. Назаров, С. В. Измерительные средства и оптимизация вычислительных систем [Электронный ресурс] / С. В. Назаров. - Электрон. текстовые дан. - Москва: Радио и связь, 1990. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=404040>
7. Федотова, Е. Л. Информационные технологии в науке и образовании [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Е.Л. Федотова, А.А. Федотов. - Электрон. текстовые дан.- Москва: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=411182>
8. Назаров, С. В. Локальные вычислительные сети [Электронный ресурс] : Справочник. В 3-х кн. Кн. 2: Аппаратные и программные средства / С. В. Назаров, В. П. Поляков, А. В. Луговец и др.; Под ред. С. В. Назарова. - Электрон. текстовые дан.- Москва: Финансы и статистика, 1994. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=390762>
9. Кузнецов, А. С. Теория вычислительных процессов [Электронный ресурс] /КузнецовА.С., ЦаревР.Ю., КнязьковА.Н. - Электрон. текстовые дан.- Краснояр.: СФУ, 2015. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=549796>
10. Бесшапошникова, В. И. Планирование и организация эксперимента в легкой промышленности [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. И. Бесшапошникова. - Электрон. текстовые дан.- Москва:НИЦ ИНФРА-М, 2017. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=543099>

5.2 Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины.

Учебные занятия по дисциплине проводятся в учебных аудиториях НФИ КемГУ:

610 Учебная аудитория (мультимедийная) для проведения: - занятий лекционного типа. Специализированная (учебная) мебель: доска меловая, кафедра, столы, стулья. Оборудование для презентации учебного материала: стационарное - компьютер, экран, проектор. Используемое программное обеспечение: MS Windows (Microsoft Imagine Premium 3 year по лицензионному договору № 1212/КМР от 12.12.2018 г. до 12.12.2021 г.), LibreOffice (свободно распространяемое ПО), FoxitReader (свободно распространяемое ПО), Firefox 14 (свободно распространяемое ПО), Яндекс.Браузер (отечественное свободно распространяемое ПО). Интернет с обеспечением доступа в ЭИОС.	654079, Кемеровская область, г. Новокузнецк, пр-кт Металлургов, д. 19
502 Компьютерный класс. Учебная аудитория (мультимедийная) для проведения: - занятий семинарского (практического) типа; - групповых и индивидуальных консультаций; - самостоятельной работы; - текущего контроля и промежуточной аттестации;	654079, Кемеровская область, г. Новокузнецк, пр-кт Металлургов, д. 19

<p>Специализированная (учебная) мебель: доска меловая, столы компьютерные, стулья.</p> <p>Оборудование для презентации учебного материала: стационарное - компьютер, экран, проектор, наушники.</p> <p>Оборудование: стационарное – компьютеры для обучающихся (16 шт.).</p> <p>Используемое программное обеспечение: MS Windows (Microsoft Imagine Premium 3 year по лицензионному договору № 1212/КМР от 12.12.2018 г. до 12.12.2021 г.), LibreOffice (свободно распространяемое ПО), FoxitReader (свободно распространяемое ПО), Firefox 14 (свободно распространяемое ПО), Яндекс.Браузер (отечественное свободно распространяемое ПО). Интернет с обеспечением доступа в ЭИОС.</p>	
---	--

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

Семестр 7

Таблица 9 - Примерные теоретические вопросы и практические задания / задачи к зачету с оценкой

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

	<p>безразмерному виду.</p> <p>5. П-теорема, использование для построения полуэмпирических моделей.</p> <p>6. Особенности вычислительного компьютерного эксперимента по сравнению с натурным экспериментом.</p> <p>7. Основные этапы вычислительного эксперимента.</p>	<p>представленных ниже.</p> <p>F — действующая на тело сила, m — его масса, t — время, l — характерный линейный размер. E — модуль Юнга, ρ — плотность материала конструкции, F — характерная внешняя сила, g — ускорение силы тяжести. $\nu = \frac{\mu}{\rho}$ ρ — кинематический коэффициент вязкости ,</p>
--	---	---

Семестр 8

Таблица 9 - Примерные теоретические вопросы и практические задания / задачи к экзамену

Разделы и темы	Примерные теоретические вопросы	Примерные практические задания / задачи
1. Планирование вычислительного эксперимента		
	<p>1. Постановка задачи планирования вычислительного эксперимента. Математическая модель. Функция отклика.</p> <p>2. Полный факторный эксперимент типа 2^k. План-матрица.</p> <p>3. Дробный факторный эксперимент. Полуреплика 2^{k-1}.</p> <p>4. Графическая интерпретация результатов факторного вычислительного эксперимента.</p> <p>5. Оценка адекватности полиномиальной модели по результатам вычислительного эксперимента.</p> <p>6. Ортогональные планы второго порядка. Центральный композиционный ортогональный план.</p> <p>7. Симплексно-решетчатое планирование вычислительного эксперимента.</p> <p>8. Вычислительный</p>	<p>Составить план-матрицы одно и двухфакторного вычислительного эксперимента согласно заданному количеству уровней варьирования</p>

	эксперимент в задачах оптимизации без ограничений. Восхождение по градиенту.	
2. Интерпретация результатов вычислительного эксперимента		
	<p>8. Оценка коэффициентов чувствительности.</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>	Провести полный анализ результатов эксперимента, включающий построение регрессионной модели, выявление незначимых параметров, анализ модели
3. Пакеты прикладных программ для вычислительного эксперимента		
	<p>12. Типовая структура пакета программ математического моделирования.</p> <p>13. Постпроцессорные средства в вычислительном эксперименте. Задачи постпроцессорной обработки данных.</p>	Провести вычислительный эксперимент на предоставленном преподавателем программном средстве по план-матрице

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

(фамилия, инициалы и должность преподавателя (ей))