

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное бюджетное государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Воронежский государственный архитектурно-строительный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Директор строительно-технологического
института

_____ Власов В.В.

«__» _____ 201__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Планирование и организация эксперимента»

Направление подготовки: 18.03.01 – Химическая технология

Квалификация (степень) выпускника: «Бакалавр»

Нормативный срок обучения: 4 года

Форма обучения: очная

Автор программы _____ (к.т.н., доц. Ткаченко Т.Ф.)

Программа обсуждена на заседании кафедры технологии строительных материалов, изделий и конструкций «__» «_____» 201__г., протокол № ____.

Зав. кафедрой _____ (к.т.н., проф. В.В. Власов)

Программа одобрена учебно-методической комиссией строительно-технологического института

Председатель УМК _____ (д.т.н., проф. Г.С. Славчева)

Воронеж 201__

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Изучение идей и сущности планирования и организации экспериментов, в том числе научного и промышленного, методик поиска оптимальных решений технологических задач.

1.2. Задачи освоения дисциплины

1. Раскрыть понятие «эксперимент» как эффективный способ получения новых знаний.
2. Познать основы и методики планирования активных экспериментов с целью решения технологических задач.
3. Овладеть методами планирования эксперимента при поиске оптимальных решений.
4. Привить навыки и умения самостоятельного планирования и организации эксперимента.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Планирование и организация эксперимента» относится к вариативной части математического и естественнонаучного цикла дисциплин; развивает навыки системного подхода к решению оптимизационных технологических задач. При ее освоении используется знания следующих дисциплин.

Химия: химическая связь; вода и формы связанной воды; дисперсные системы; поверхностная энергия; коллоидное состояние.

Математика: методы математического анализа и моделирования; основы теории вероятности; элементы математической статистики.

Знания, полученные при изучении дисциплины, служат основой для успешного усвоения последующих дисциплин профессионального цикла: технология бетонов, строительных изделий и конструкций; вяжущие вещества.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

После освоения дисциплины студент должен приобрести следующие знания, умения и навыки, соответствующие компетенциям ООП.

После изучения дисциплины студент **должен знать.**

1. Понятия о плане эксперимента, теории эксперимента.
2. Сущность методов планирования экспериментов.
3. Составление планов поиска оптимальных решений.
4. Составление полных и дробных факторных планов (реплики).
5. Сущность дисперсионного анализа данных при постановке однофакторного и многофакторного активных экспериментов.

После изучения дисциплины студент **должен уметь.**

2. Самостоятельно планировать, организовывать и проводить экспериментальные исследования.
3. Обрабатывать экспериментальные данные по методике дисперсионного анализа.
4. Делать выводы и обобщения на основе полученных экспериментальных данных.

После изучения дисциплины студент **должен владеть.**

1. Методиками планирования и поиска оптимальных решений технологических задач.
2. Методиками дисперсионного анализа.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
Аудиторные занятия (всего)	60	7
В том числе:		
Лекции	15	7
Лабораторные занятия (ЛР)	45	7
Контроль	КЛ, Т, РГР	7
Самостоятельная работа (всего)	84	7
В том числе:		
Курсовая работа	-	-
Контрольные работы	-	-
Вид промежуточной аттестации: зачет с оценкой	ДЗ	7
Общая трудоемкость, час	144	7
зач. ед.	4	

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	2	3
1	Введение	Предмет и задачи курса. Место дисциплины в подготовке бакалавра
2	Эксперименты и их классификация	Понятие об эксперименте. Виды и значение экспериментов в решении технологических задач
3	Математическая теория эксперимента	Однофакторные и многофакторные эксперименты. Активные эксперименты – эффективный метод постановки экспериментальных исследований
4	Основные математические методы планирования эксперимента	Общая идеология математических методов планирования экспериментов. Кибернетический подход в планировании и организации эксперимента. Математическая статистика как основной инструмент теории эксперимента. Основные термины и понятия
5	Основные положения дисперсионного анализа	Цель и основные положения дисперсионного анализа. Однофакторный дисперсионный анализ. Многофакторный дисперсионный анализ.
6	Планы эксперимента, их классификация	Понятие о плане эксперимента. Постановка задачи о выборе оптимального плана. Полные планы, разбиение факторных планов на блоки, дробные реплики. Преимущества дробных факторных планов

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
7	Поиск оптимальных решений при постановке экспериментов	Сущность оптимизации. Критерии оптимальности эксперимента, критерии поиска оптимальных решений. Моделирование как метод исследования технологических процессов и получения оптимальных решений. Понятие «математическая модель». Анализ технологического процесса: понятия «системный подход», «системный анализ». Понятие о ХТС и СТБ на различных масштабных уровнях. Общая стратегия методов планирования экстремальных экспериментов. Планы, основанные на применении чисел Фибоначчи. Постановка полного факторного эксперимента на примере плана 23. Постановка дробного факторного эксперимента. Оптимизация методом крутого восхождения. Шаговый и градиентный методы движения к оптимуму. Описание области близкой к экстремуму. Понятие о композиционных планах Бокса-Уилсона.

5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Технология строительных изделий и конструкций		+		+	+		+
2	Вязущие вещества		+	+	+			

5.3. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего час.
1	Введение. Предмет и задачи курса. Место дисциплины в подготовке бакалавра	0,5	-	-	2	2,5
2	Эксперименты и их классификация	1	-	5	6	12
3	Математическая теория эксперимента	1	-	-	6	7
4	Основные математические методы планирования эксперимента	2	-	-	6	8
5	Основные положения дисперсионного анализа	2,5	-	16	10	28,5
6	Планы эксперимента, их классификация	2	-	8	8	18
7	Поиск оптимальных решений при постановке экспериментов	6	-	16	46	68
	ВСЕГО:	15		45	84	144

5.4. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

Сем. обуч.	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторной работы	Кол- часов	
			ауд.	СРС
7	2	Изучение методики оценки прочностных свойств строительных материалов	4	4
7	6	Построение планов экспериментов	4	3
7	6	Построение матриц экспериментов	4	3
7	7	Постановка однофакторного эксперимента методом Кифера-Джонсона	8	23
7	7	Постановка многофакторного эксперимента методом Бокса-Уилсона	8	23
7	5	Дисперсионный анализ при постановке однофакторного эксперимента	8	5
7	5	Дисперсионный анализ при постановке многофакторного эксперимента	9	5
ВСЕГО			45	66

5.5. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (не предусмотрены)

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ (не предусмотрены)

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО И ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

№ п/п	Компетенция (общекультурная – ОК; профессиональная – ПК)	Форма контроля	Семестр
1	ПК-1. Способность и готовность использовать основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применение методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Тестирование (Т) Коллоквиум (КЛ) Зачет	7
2	ПК-3. Использование знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире	Тестирование (Т) Коллоквиум (КЛ) Зачет	7
3	ПК-7. Способность и готовность осуществления технологического процесса в соответствии с регламентом и использования технических средств для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции	Тестирование (Т) Коллоквиум (КЛ) Зачет	7

№ п/п	Компетенция (общекультурная – ОК; профессиональная – ПК)	Форма контроля	Семестр
4	ПК-8. Составление математических моделей типовых профессиональных задач, нахождение способов их решений и интерпретирование профессионального (физического) смысла полученного математического результата	Тестирование (Т) Коллоквиум (КЛ) Зачет	7
5	ПК-21. Планирование и проведение физических и химических экспериментов, проведение обработки их результатов и оценка погрешности, математическое моделирование физических и химических процессов и явлений, выдвижение гипотезы и установление границ их применения	Тестирование (Т) Коллоквиум (КЛ) Зачет	7
6	ПК-23. Способность использования знания свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности	Расчетно-графическая работа (РГР) Тестирование (Т) Зачет	7
7	ПК-25. Изучение научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования	Расчетно-графическая работа (РГР) Тестирование (Т)	7

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Форма контроля			
		РГР	КЛ	Т	Зачет
Знает	понятие о плане эксперимента, теории эксперимента; сущность методов планирования экспериментов; порядок составления планов поиска оптимальных решений, составления полных и дробных факторных планов (реплики); сущность дисперсионного анализа данных при постановке однофакторного и многофакторного активного экспериментов		+	+	+
Умеет	пользоваться методиками планирования и поиска оптимальных решений технологических задач; самостоятельно планировать, организовать и проводить экспериментальные исследования; обработать экспериментальные данные по методике дисперсионного анализа; делать выводы и обобщения на основе полученных экспериментальных данных	+			
Владеет	первичными навыками и основными методами решения оптимизационных технологических задач методами планирования и организации экспериментов, обработки экспериментальных данных и анализа полученных результатов		+	+	+

7.2.1. Этап текущего контроля знаний

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по пятибалльной шкале с оценками: «отлично»; «хорошо»; «удовлетворительно»; «неудовлетворительно»; «не аттестован».

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
Знает	понятие о плане эксперимента, теории эксперимента; сущность методов планирования экспериментов; порядок составления планов поиска оптимальных решений, составления полных и дробных факторных планов (реплики); сущность дисперсионного анализа данных при постановке однофакторного и многофакторного активных экспериментов	отлично	Полное или частичное посещение лекционных и лабораторных занятий. Выполненные КЛ и РГР на оценку «отлично»
Умеет	пользоваться методиками планирования и поиска оптимальных решений технологических задач; самостоятельно планировать, организовать и проводить экспериментальные исследования; обработать экспериментальные данные по методике дисперсионного анализа; делать выводы и обобщения на основе полученных экспериментальных данных		
Владеет	Первичными навыками и основными методами решения оптимизационных технологических задач методами планирования и организации экспериментов, обработки экспериментальных данных и анализа полученных результатов		
Знает	понятие о плане эксперимента, теории эксперимента; сущность методов планирования экспериментов; порядок составления планов поиска оптимальных решений, составления полных и дробных факторных планов (реплики); сущность дисперсионного анализа данных при постановке однофакторного и многофакторного активных экспериментов	хорошо	Полное или частичное посещение лекционных и лабораторных занятий. Выполненные КЛ и РГР на оценку «хорошо»
Умеет	пользоваться методиками планирования и поиска оптимальных решений технологических задач; самостоятельно планировать, организовать и проводить экспериментальные исследования; обработать экспериментальные данные по методике дисперсионного анализа; делать выводы и обобщения на основе полученных экспериментальных данных		
Владеет	первичными навыками и основными методами решения оптимизационных технологических задач методами планирования и организации экспериментов, обработки экспериментальных данных и анализа полученных результатов		

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
Знает	понятие о плане эксперимента, теории эксперимента; сущность методов планирования экспериментов; порядок составления планов поиска оптимальных решений, составления полных и дробных факторных планов (реплики); сущность дисперсионного анализа данных при постановке однофакторного и многофакторного активных экспериментов	удовлетворительно	Полное или частичное посещение лекционных и лабораторных занятий. Удовлетворительно выполненные КЛ и РГР
Умеет	пользоваться методиками планирования и поиска оптимальных решений технологических задач; самостоятельно планировать, организовать и проводить экспериментальные исследования; обработать экспериментальные данные по методике дисперсионного анализа; делать выводы и обобщения на основе полученных экспериментальных данных		
Владеет	Первичными навыками и основными методами решения оптимизационных технологических задач методами планирования и организации экспериментов, обработки экспериментальных данных и анализа полученных результатов		
Знает	понятие о плане эксперимента, теории эксперимента; сущность методов планирования экспериментов; порядок составления планов поиска оптимальных решений, составления полных и дробных факторных планов (реплики); сущность дисперсионного анализа данных при постановке однофакторного и многофакторного активных экспериментов	неудовлетворительно	Частичное посещение лекционных и лабораторных занятий. Неудовлетворительно выполненные КЛ и РГР
Умеет	пользоваться методиками планирования и поиска оптимальных решений технологических задач; самостоятельно планировать, организовать и проводить экспериментальные исследования; обработать экспериментальные данные по методике дисперсионного анализа; делать выводы и обобщения на основе полученных экспериментальных данных		
Владеет	Первичными навыками и основными методами решения оптимизационных технологических задач методами планирования и организации экспериментов, обработки экспериментальных данных и анализа полученных результатов		

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
Знает	понятие о плане эксперимента, теории эксперимента; сущность методов планирования экспериментов; порядок составления планов поиска оптимальных решений, составления полных и дробных факторных планов (реплики); сущность дисперсионного анализа данных при постановке однофакторного и многофакторного активных экспериментов	Не аттестован	Непосещение лекционных и лабораторных занятий. Невыполненные КЛ и РГР
Умеет	пользоваться методиками планирования и поиска оптимальных решений технологических задач; самостоятельно планировать, организовать и проводить экспериментальные исследования; обработать экспериментальные данные по методике дисперсионного анализа; делать выводы и обобщения на основе полученных экспериментальных данных		
Владеет	Первичными навыками и основными методами решения оптимизационных технологических задач методами планирования и организации экспериментов, обработки экспериментальных данных и анализа полученных результатов		

7.2.2. Этап промежуточного контроля знаний

В седьмом семестре результаты промежуточного контроля знаний (КЛ, Т, РГР) оцениваются по двухбалльной шкале с оценками: - «зачтено»; - «не зачтено».

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
Знает	понятие о плане эксперимента, теории эксперимента; сущность методов планирования экспериментов; порядок составления планов поиска оптимальных решений, составления полных и дробных факторных планов (реплики); сущность дисперсионного анализа данных при постановке однофакторного и многофакторного активных экспериментов	зачтено	1.Студент демонстрирует полное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию, выполнены. 2.Студент демонстрирует значительное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию, выполнены. 3.Студент демонстрирует частичное понимание заданий. Большинство требований, предъявляемые к заданию, выполнены.
Умеет	пользоваться методиками планирования и поиска оптимальных решений технологических задач; самостоятельно планировать, организовать и проводить экспериментальные исследования; обработать экспериментальные данные по методике дисперсионного анализа; делать выводы и обобщения на основе полученных экспериментальных данных		

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
Владеет	Первичными навыками и основными методами решения оптимизационных технологических задач методами планирования и организации экспериментов, обработки экспериментальных данных и анализа полученных результатов		
Знает	понятие о плане эксперимента, теории эксперимента; сущность методов планирования экспериментов; порядок составления планов поиска оптимальных решений, составления полных и дробных факторных планов (реплики); сущность дисперсионного анализа данных при постановке однофакторного и многофакторного активных экспериментов	не за- чтено	1.Студент демонстрирует небольшое понимание заданий. Многие требования, предъявляемые к заданию не выполнены. 2.Студент демонстрирует непонимание заданий. 3.У студента нет ответа. Не было попытки выполнить задание.
Умеет	пользоваться методиками планирования и поиска оптимальных решений технологических задач; самостоятельно планировать, организовать и проводить экспериментальные исследования; обработать экспериментальные данные по методике дисперсионного анализа; делать выводы и обобщения на основе полученных экспериментальных данных		
Владеет	Первичными навыками и основными методами решения оптимизационных технологических задач методами планирования и организации экспериментов, обработки экспериментальных данных и анализа полученных результатов		

7.3. Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.3.1. Примерная тематика РГР (по индивидуальным заданиям)

1. Оценка прочностных свойств различных строительных материалов.
2. Построение планов и матриц эксперимента методом Кифера-Джонсона.
3. Построение планов и матриц эксперимента методом Бокса-Уилсона.
4. Проведение дисперсионного анализа по результатам однофакторного эксперимента.
5. Проведение дисперсионного анализа по результатам многофакторного эксперимента.

7.3.2. Примерная тематика и содержание КР (не предусмотрена)

7.3.3. Вопросы для коллоквиумов

Коллоквиум № 1

1. С учетом каких условий назначается размер малой выборки образцов для испытаний на прочность?

2. Как определяется количество образцов для достоверной оценки прочностных показателей?
3. Каковы основные характеристики статистической обработки результатов испытаний?
4. Как рассчитывается коэффициент изменчивости?
5. Какие виды добавок применяются для улучшения свойств цементного камня и бетона и какова цель их применения?
6. Каков механизм действия добавок: пластификаторов, ускорителей твердения, воздухововлекающих?
7. В чем состоит механизм действия добавок ПАВ - традиционных (С-3) и нового поколения (на поликарбонатной основе)?
8. Какое назначение имеют комплексные добавки к цементам и бетонам?

Коллоквиум № 2

1. Что такое фактор, функция отклика?
2. Какие существуют уровни факторов, и каковы их кодированные значения?
3. На основании чего делается вывод о значимости влияния фактора на выходную переменную?
4. Что такое план эксперимента?
5. Что такое матрица планирования эксперимента и чем она отличается от плана?
6. В чем состоит существенная разница поиска оптимума при постановке «пассивного» и «активного» эксперимента?
7. Методика построения планов эксперимента 2^k при $k = 2$ и $k = 3$.
8. Сущность метода репликации.

Коллоквиум № 3

1. С какой целью выполняется дисперсионный анализ?
2. Как оценить значимость коэффициентов уравнения регрессии?
3. Как оценивается равнозначность данных испытаний?
4. Какова методика планирования однофакторного эксперимента методом Кифера-Джонсона?
4. Какова методика планирования многофакторного эксперимента методом Бокса-Уилсона?
5. Что такое критерии Фишера и для чего он рассчитывается?
6. Как проверить адекватность математической модели?
7. Что такое регулярный симплекс?
8. Как составляются симплекс-планы? Чем они отличаются от обычных матриц планирования?
9. В чем преимущества симплексного планирования при решении многофакторных технологических задач?

7.3.4. Задания для тестирования

Номер вопроса	Вопрос	Варианты ответа
1	Системные исследования – это:	а) современный подход в познании сложных, «плохо организованных», «диффузных» систем, к которым относится технологический процесс; б) изучение прямых и обратных связей в системе; в) взаимодействие между элементами или подсистемами

Номер вопроса	Вопрос	Варианты ответа
2	С математической точки зрения модель – это:	а) совокупность понятий и соотношений, выраженных при помощи систем, математических символов и обозначений; б) мысленный объект, который находится в определенном соответствии с изучаемым объектом; в) соотношение изучаемых факторов и величины отклика
3	На входе в «черный ящик» действуют:	а) векторные переменные $X(t)$, Z и некоторые случайные переменные; б) только векторные переменные $X(t)$; в) векторные переменные $X(t)$ с составляющими $x_1(t), \dots, x_n(t)$ и некоторые случайные переменные; г) векторные переменные $X(t)$ и переменные $Y(t)$
4	Стратегия проведения многофакторного эксперимента состоит в:	а) варьировании всех переменных одновременно; б) поочередном варьировании факторов; в) выборе специальных входных переменных (факторов)
5	По целям исследования эксперименты делятся на:	а) констатирующие, контролирующие, преобразующие, решающие и поисковые; б) естественные и искусственные; в) натурные и искусственные; г) пассивные и активные
6	Эксперимент – это:	а) система операций, воздействий и (или) наблюдений, направленных на получение информации об изучаемом объекте исследования; б) наблюдение за объектом исследования; в) варьирование факторов на уровнях «+1» и «-1»; г) определение функции отклика в зависимости от числа факторов
7	Планирование эксперимента (по В.В. Налимову) – это:	а) оптимальное управление экспериментом при неполном знании механизма явления; б) составление плана выполнения эксперимента; в) получение математической модели, адекватно описывающей данные эксперимента
8	Требования к факторам при планировании эксперимента:	а) управляемость, однозначность, совместимость и независимость; б) управляемость и независимость; в) совместимость и однозначность
9	В основу теории планирования эксперимента положены концепции:	а) рандомизации, репликации, последовательного эксперимента, оптимального использования «факторного пространства»; б) рандомизации и репликации в) многофакторного эксперимента, когда каждый элемент оценивается по всей совокупности опытов, и репликации
10	Схема планирования экспериментальных исследований включает в себя:	а) семь этапов: формулировку задачи, выбор факторов и их уровней, выбор отклика, плана эксперимента, проведение эксперимента и выводы; б) четыре этапа: формулировку задачи, выбор отклика, проведение эксперимента и выводы; в) формулировку задачи, выбор плана и математической модели

Номер вопроса	Вопрос	Варианты ответа																																																										
11	Фактор в теории планирования экспериментов – это:	а) измеряемая переменная величина, принимающая в некоторый момент времени определенное значение; б) величина, состоящая из совокупности различных значений; в) переменная величина, принимающая оптимальное значение; г) заданная постоянная величина																																																										
12	Отклик или критерий оптимизации – это:	а) наблюдаемая случайная переменная, зависящая от факторов; б) независимая переменная; в) результат опыта; г) показатель, не зависящий от изучаемых факторов																																																										
13	Параметры оптимизации делятся на:	а) экономические, технико-экологические, технико-технологические и прочие; б) экономические и технологические; в) экономические и прочие																																																										
14	Функция отклика – это:	а) математическая зависимость, связывающая параметр оптимизации и факторы; б) математическая модель; в) когда величина отклика принимает максимальное значение																																																										
15	Функции отклика бывают:	а) нулевого, первого, второго и т.д. порядков; б) только второго порядка; в) только третьего порядка																																																										
16	Требования к параметру оптимизации:	а) измеримость, однозначность, эффективность, универсальность; б) измеримость и эффективность; в) измеримость и однозначность																																																										
17	Матрица планирования 2^2 имеет вид:	а) <table><tr><th rowspan="2">Номер опыта</th><th colspan="2">План эксперимента</th><th rowspan="2">Отклик $\bar{y}_i$</th></tr><tr><th>X₁</th><th>X₂</th></tr><tr><td>1</td><td>-1</td><td>-1</td><td>$\bar{y}_1$</td></tr><tr><td>2</td><td>+1</td><td>-1</td><td>$\bar{y}_2$</td></tr><tr><td>3</td><td>-1</td><td>+1</td><td>$\bar{y}_3$</td></tr><tr><td>4</td><td>+1</td><td>+1</td><td>$\bar{y}_4$</td></tr></table> б) <table><tr><th rowspan="2">Номер опыта</th><th colspan="2">План эксперимента</th><th rowspan="2">Отклик $\bar{y}_i$</th></tr><tr><th>X₁</th><th>X₂</th></tr><tr><td>1</td><td>-1</td><td>-1</td><td>$\bar{y}_1$</td></tr><tr><td>2</td><td>+1</td><td>+1</td><td>$\bar{y}_2$</td></tr></table> в) <table><tr><th rowspan="2">Номер опыта</th><th colspan="2">План эксперимента</th><th rowspan="2">Отклик $\bar{y}_i$</th></tr><tr><th>X₁</th><th>X₂</th></tr><tr><td>1</td><td>+1</td><td>+1</td><td>$\bar{y}_1$</td></tr><tr><td>2</td><td>-1</td><td>-1</td><td>$\bar{y}_2$</td></tr><tr><td>3</td><td>0</td><td>+1</td><td>$\bar{y}_3$</td></tr><tr><td>4</td><td>+1</td><td>0</td><td>$\bar{y}_4$</td></tr></table>	Номер опыта	План эксперимента		Отклик $\bar{y}_i$	X ₁	X ₂	1	-1	-1	$\bar{y}_1$	2	+1	-1	$\bar{y}_2$	3	-1	+1	$\bar{y}_3$	4	+1	+1	$\bar{y}_4$	Номер опыта	План эксперимента		Отклик $\bar{y}_i$	X ₁	X ₂	1	-1	-1	$\bar{y}_1$	2	+1	+1	$\bar{y}_2$	Номер опыта	План эксперимента		Отклик $\bar{y}_i$	X ₁	X ₂	1	+1	+1	$\bar{y}_1$	2	-1	-1	$\bar{y}_2$	3	0	+1	$\bar{y}_3$	4	+1	0	$\bar{y}_4$
Номер опыта	План эксперимента			Отклик $\bar{y}_i$																																																								
	X ₁	X ₂																																																										
1	-1	-1	$\bar{y}_1$																																																									
2	+1	-1	$\bar{y}_2$																																																									
3	-1	+1	$\bar{y}_3$																																																									
4	+1	+1	$\bar{y}_4$																																																									
Номер опыта	План эксперимента		Отклик $\bar{y}_i$																																																									
	X ₁	X ₂																																																										
1	-1	-1	$\bar{y}_1$																																																									
2	+1	+1	$\bar{y}_2$																																																									
Номер опыта	План эксперимента		Отклик $\bar{y}_i$																																																									
	X ₁	X ₂																																																										
1	+1	+1	$\bar{y}_1$																																																									
2	-1	-1	$\bar{y}_2$																																																									
3	0	+1	$\bar{y}_3$																																																									
4	+1	0	$\bar{y}_4$																																																									

Номер вопроса	Вопрос	Варианты ответа
18	Полный факторный эксперимент при двух уровнях факторов – это планирование вида:	а) 2^k , где k – число факторов; б) n^k , где n – число опытов; в) 2^{k-1}
19	Начальным этапом построения планов многофакторных экспериментов является выбор:	а) локальной области факторного пространства; б) параметра оптимизации; в) математической модели
20	Фиктивная переменная x_0 вводится для вычисления:	а) свободного члена уравнения регрессии; б) коэффициентов при x_1^2 и x_2^2 ; в) коэффициентов при парных взаимодействиях
21	Число опытов при планировании экспериментов определяется по формуле:	а) $N = n^k$, где n – число уровней, k – число факторов; б) $N = k^n$; в) $N = k^{n-k}$
22	Критерий D -оптимальности позволяет:	а) минимизировать совместную дисперсию оценок коэффициентов функции отклика (обобщенную дисперсию); б) минимизировать функцию отклика; в) оценить точность определения коэффициентов уравнения регрессии
23	Если число факторов $k = 3$, то при использовании планов второго порядка число опытов N будет равно:	а) 27; б) 64; в) 9; г) 81
24	Полуреплика от ПФЭ 2^3 – это:	а) сокращенный план, половина от ПФЭ 2^3 ; б) четверть ПФЭ 2^3 ; в) половина ПФЭ 3^2
25	ПФЭ 3^k предусматривает варьирование на:	а) трех уровнях; б) нулевом (основном) уровне; в) двух уровнях: «0» и « ± 1 »
26	Цель применения дробных реплик состоит в:	а) сокращении числа опытов; б) получении квадратичной математической модели; в) расчете коэффициентов уравнения регрессии
27	ПФЭ при варьировании факторов на двух уровнях позволяет оценить только:	а) линейные эффекты и эффекты взаимодействия; б) только линейные эффекты; в) только эффекты взаимодействия
28	Выражение $f(x_1, x_2, \dots, x_{\text{коп}}) = \max(\min)$ означает, что решается задача:	а) оптимизации; б) определения коэффициентов уравнения регрессии; в) оценки адекватности математической модели
29	Методы поиска экстремума делятся на:	а) градиентные и неградиентные; б) градиентные и симплексные; в) крутого восхождения и Гаусса-Зейделя
30	Направление градиента – это:	а) такое направление, в котором величина параметра оптимизации наискорейшее возрастает за наименьшее число «шагов»; б) когда движение осуществляется по поверхности отклика; в) «Шаговый» метод функции поиска отклика
31	Значение «звездного плеча» α зависит от:	а) числа опытов и числа факторов и определяется по таблице; б) числа факторов; в) интервала варьирования; г) числа опытов

Номер вопроса	Вопрос	Варианты ответа
32	Почти «стационарная» область – это:	а) область, близкая к экстремуму; б) область отклика функции одной переменной; в) факторное пространство, когда $x_1 = x_2 = 0$; г) область, когда факторы принимают значение «+1»
33	«Звездные» точки расположены:	а) на координатных осях факторного пространства и на одинаковом расстоянии от центра точки; б) в центре плана; в) на расстоянии $2a$
34	Ядром композиционных планов Бокса-Уилсона является:	а) ПФМ 2^k если $k < 5$ или дробные реплики, если $k \geq 5$; б) дробные реплики, если $k < 5$; в) ПФМ 3^k
35	В методе крутого восхождения используется движение:	а) по градиенту в сочетании с ДФЭ и ПФЭ для локального описания поверхности отклика; б) использование метода последовательного симплексного планирования; в) по градиенту; г) по градиенту в сочетании с ДФЭ и ПФЭ
36	Экстремальный эксперимент ставится с целью:	а) решения задачи оптимизации; б) планирования эксперимента; в) определения дисперсии; г) определения дисперсии воспроизводимости
37	Факт прекращения поступательного движения симплекса и его вращение свидетельствуют:	а) о достижении экстремальной области; б) о получении математической модели; в) об окончании эксперимента
381	Уравнение регрессии адекватно, если:	а) $F < F_{1-p}(f_1, f_2)$; б) $F > F_{1-p}(f_1, f_2)$; в) $F = F_{1-p}(f_1, f_2)$
39	Дисперсия коэффициентов уравнения регрессии определяется по формуле:	а) $S_{b_j}^2 = \frac{S_{\text{воспр}}^2}{\sum_{i=1}^N x_{ji}^2}$; б) $S_{b_j}^2 = S^2 \cdot \sum_{i=1}^N x_{ji}^2$; в) $S_{b_j}^2 = \frac{S_{\text{воспр}}}{N}$
40	Коэффициенты уравнения регрессии значимы, если:	а) $t_j > t_p(f_1)$; б) $t_j < t_p(f_1)$; в) $t_j = t_p(f_1)$

Номер вопроса	Вопрос	Варианты ответа
41	Критерий Стьюдента рассчитывается по формуле:	а) $t_j = \frac{b_j}{S_{b_j}}$; б) $t_j = b_j \cdot S_{b_j}$; в) $t_j = b_j \cdot S_{b_j}^2$
42	Результаты опытов в сериях можно считать равноточными, если расчетный критерий Кохрена равен:	а) $G < G_{1-p}(k, f)$; б) $G > G_{1-p}(k, f)$; в) $G = G_{1-p}(k, f)$; г) $G \geq G_{1-p}(k, f)$
43	Адекватность математической модели проверяется с помощью критерия:	а) Фишера; б) Стьюдента; в) Кохрена

7.3.5. Вопросы для сдачи зачета

1. Что такое математическая модель? Каковы основные этапы получения математических моделей?
2. Что такое технологический процесс как кибернетическая система?
3. Каковы основные понятия сложных систем, к которым относится технологический процесс?
4. Что такое «системный анализ» и «системные исследования»?
5. Какие иерархические уровни можно выделить в химико-технологической системе? Что такое «система твердения бетона», каковы ее уровни?
6. Что такое «эксперимент» с научной точки зрения?
7. Каковы основные цели (задачи) эксперимента?
8. По каким основным признакам осуществляется классификация экспериментов?
9. В чем состоит стратегия проведения многофакторного эксперимента?
10. Какова цель разработки и применения теории математического планирования экспериментов?
11. Какие существуют методы для сокращения числа опытов?
12. В каких случаях целесообразнее использовать метод Бокса-Уилсона?
13. Каковы два подхода к изучению сложных систем и в чем их сущность?
14. Какие существуют модели для описания сложных систем? Что такое «полиномиальная модель»?
15. Что такое «планирование эксперимента» (определение В.В. Налимова)?
16. Какие концепции (принципы) лежат в основе математической теории планирования эксперимента?
17. Что такое концепция рандомизации и в чем ее смысл?
18. Что такое концепция репликации?
19. Каков смысл концепции последовательного выполнения эксперимента?
20. В чем сущность концепции оптимального использования «факторного пространства»?
21. Каковы этапы научного подхода к выполнению экспериментальных исследований?
22. Что такое план эксперимента?
23. Что такое факторы и каковы требования, предъявляемые к ним?
24. Что такое «кодирование» факторов?
25. Что такое отклик или критерий оптимизации?
26. Какие виды параметров оптимизации вы знаете? Каковы требования, предъявляемые к параметру оптимизации?

27. Что такое функция отклика, и каков ее вид?
28. Что такое поверхность отклика, каков ее геометрический образ, когда число факторов равно двум?
29. Что такое основной (нулевой) уровень изучаемых факторов, как он определяется?
30. Как осуществляется выбор интервалов варьирования факторов?
31. Что такое матрица планирования, каковы ее свойства?
32. Как определяется число экспериментов, необходимых для реализации всех сочетаний уровней факторов?
33. Каковы правила построения планов полного факторного эксперимента?
34. По какой формуле рассчитываются коэффициенты уравнения регрессии? Что означает численное значение коэффициента уравнения регрессии и его знак?
35. Какой вид имеет математическая модель для двух факторов с учетом эффекта взаимодействия?
36. Какой вид имеет математическая модель, содержащая квадратичные члены?
37. Каков существенный недостаток полного факторного эксперимента?
38. Что такое «дробные» реплики, какова их эффективность?
39. Что такое критерии оптимальности планов экспериментов?
40. Каково назначение планов второго порядка?
41. Что такое планы полного факторного эксперимента 3^k ?
42. Как выглядит матрица планирования полного факторного эксперимента для двух факторов 3^2 ?
43. Какие подходы существуют при решении оптимизационных задач?
44. Какие существуют методы поиска экстремума? В чем их сущность?
45. Как осуществляется оптимизация методом композиционного планирования Бокса-Уилсона?
46. Что такое «звездные точки» и «звездное плечо»?
47. В чем состоит суть дисперсионного анализа?
48. Что такое дисперсия воспроизводимости?
49. Какие характеристики рассчитываются при выполнении дисперсионного анализа?
50. Что оценивается критерием Кохрена, и как он определяется?
51. Что оценивает критерий Фишера, и как он рассчитывается?
52. Каким образом производится интерпретация результатов экспериментальных исследований при поиске оптимума?
53. О чем свидетельствуют величины коэффициентов уравнения регрессии и их знаки?

7.3.7. Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Понятие о плане эксперимента, теории эксперимента. Сущность методов планирования экспериментов. Составление планов поиска оптимальных решений. Составление полных и дробных факторных планов (реплики). Сущность дисперсионного анализа данных при постановке однофакторного активного эксперимента	ПК-1, 3, 7	Тестирование (Т) Коллоквиум (КЛ) Зачет

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
2	Владение методиками планирования и поиска оптимальных решений технологических задач. Самостоятельное планирование, организация и проведение экспериментальных исследований. Обработка экспериментальных данных по методике дисперсионного анализа. Умение делать выводы и обобщения на основе полученных экспериментальных данных	ПК-7, 8, 21, 23, 25	Расчетно-графическая работа (РГР) Тестирование (Т) Зачет

7.4. Порядок процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности на этапе промежуточного контроля знаний

Зачет может проводиться по итогам текущей успеваемости и сдачи РГР, КЛ, Т и (или) путем организации специального опроса, проводимого в устной или письменной форме.

Во время проведения зачета обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также вычислительной техникой.

8. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), РАЗРАБОТАННОМУ НА КАФЕДРЕ

№ п/п	Наименование издания	Вид издания (учебник, учебное пособие, методические указания, компьютерная программа)	Автор (авторы)	Год издания	Место хранения и количество
1	Планирование и организации экспериментов	Учебное пособие	Крылова А.В., Шмитько Е.И., Ткаченко Т.Ф.	2011	Библиотека, 30 экз.
2	Планирование и организации экспериментов	Методические указания к выполнению лабораторных работ	Ткаченко Т.Ф., Крылова А.В.	2015	Библиотека, 30 экз.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Лабораторные занятия	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы.
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и решение задач на практических занятиях.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля):

10.1.1. Основная литература

1. Крылова А.В. Планирование и организации эксперимента / А.В. Крылова, Е.И. Шмитько, Т.Ф. Ткаченко / Учеб. пособие. – Воронеж, 2011. – 116 с. – 30 экз.
2. Ткаченко Т.Ф. Планирование и организации эксперимента / Т.Ф. Ткаченко, А.В. Крылова / метод. указания. – Воронеж, 2011. – 20 с. – 30 экз.

10.1.2. Дополнительная литература

1. Адлер Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / АН СССР, Науч. совет по комплекс. проблеме "Кибернетика", Секция "Математическая теория эксперимента". - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Наука, 1976 (Л. : 1-я тип. изд-ва "Наука", 1976). – 278 с. - 2 экз.

2. Планирование и организация эксперимента : Методические указания к практическим занятиям для студентов, обучающихся по направлению подготовки 221700 «Стандартизация и метрология» / сост. А. С. Ермаков. - Москва : Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2014. - 83 с. - ISBN 978-5-7264-0889-7.
URL: <http://www.iprbookshop.ru/25512>.

10.2. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Консультирование посредством электронной почты.
2. Использование презентаций при проведении лекционных занятий.

10.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля):

Использование ГОСТ, стандартов, технологических схем, справочных, информационных материалов в электронном виде.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Лаборатория испытания вяжущих веществ (комплект оборудования).
2. Лаборатория технологии бетонов (комплект оборудования).
3. Лаборатория механических испытаний (прессы, разрывная машина).
4. Компьютерный класс (набор типовых программ)
5. Коллективный исследовательский центр ВГАСУ.
6. Плакаты по дисциплине.
7. Пакет тестовых заданий по курсу.

12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (образовательные технологии)

Аудиторные поточные и групповые занятия в специализированных классах, компьютерное тестирование знаний студентов по разделам дисциплины.

Применение рейтинговой системы оценки знаний:

- путем проведения письменных и устных тестов на лабораторных занятиях;
- путем проведения коллоквиумов;
- по результатам самостоятельной работы;
- по результатам выполнения расчетно-графических работ;
- по участию в специализированных выставках, конференциях и семинарах.

Проведение контроля готовности студентов к выполнению лабораторных работ, рубежного и промежуточного контроля, уровня усвоения знаний по разделам дисциплины рекомендуется проводить в компьютерном классе с использованием сертифицированных тестов.

Итоговый контроль (дифференцированный зачет) осуществляется после оформления персонального журнала лабораторных работ.

Руководитель ООП _____ А.И.Макеев

Эксперт

Зав. каф. химии, д-р хим. наук, проф. _____ О.Б. Рудаков