





МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

«СОГЛАСОВАНО»  
Руководитель ОП

  
(подпись) Штым А.С.  
(Ф.И.О. рук. ОП)  
« 04 » июля 2017 г.



«УТВЕРЖДАЮ»  
Заведующий (ая) кафедрой  
Инженерных систем зданий и сооружений  
  
(подпись) Кобзарь А.В.  
(Ф.И.О. зав. каф.)  
« 04 » июля 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Научно-исследовательский семинар "Основы планирования эксперимента.  
Основы теории моделирования и подбора ГОСТ Р 7.0.11.-2011"

**Направление подготовки 08.04.01 Строительство**

магистерская программа

«Теплогоснабжение населенных мест и предприятий»

**Форма подготовки очная**

курс 1 семестр 1,2  
лекции 0 час.  
практические занятия 36 час.  
лабораторные работы 0 час.  
в том числе с использованием МАО лек. 0 /пр. 36 час/лаб. 0 час.  
всего часов аудиторной нагрузки 36 час.  
в том числе с использованием МАО 0 час.  
самостоятельная работа 180 час.  
в том числе на подготовку к экзамену 0 час.  
контрольные работы (количество) - нет  
курсовая работа / курсовой проект - нет  
зачет 1,2 семестр  
экзамен 0 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 7 июля 2015 № 12-13-1282

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Инженерных систем зданий и сооружений, протокол № 10 от «04» июля 2017 г.

Заведующий (ая) кафедрой, доцент Кобзарь А.В.  
Составитель (ли): канд. техн. наук, профессор Штым А.С.

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## **АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Научно-исследовательский семинар «Основы планирования эксперимента. Основы теории моделирования и подобия ГОСТ Р 7.0.11.-2011»**

Научно-исследовательский семинар «Основы планирования эксперимента. Основы теории моделирования и подобия ГОСТ Р 7.0.11.-2011» предназначен для студентов, обучающихся по направлению подготовки 08.04.01 Строительство, магистерская программа «Теплогазоснабжение населенных мест и предприятий».

Дисциплина входит в научно-исследовательскую часть блока 2 Научно-исследовательская работа учебного плана (индекс Б2.Н.1). Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единицы (216 часов) в первом и во втором семестрах первого курса. В первом семестре - 3 зачетных единицы, в том числе: 18 часов аудиторных занятий, 90 часов самостоятельной работы, форма контроля – зачет. Во втором семестре - 3 зачетных единицы, в том числе: 18 часов аудиторных занятий, 90 часов самостоятельной работы, форма контроля – зачет.

Студенты для изучения и понимания основных положений научно-исследовательского семинара «Основы планирования эксперимента. Основы теории моделирования и подобия ГОСТ Р 7.0.11.-2011» должны усвоить следующие дисциплины: физику; высшую математику; техническую термодинамику; теплообмен.

**Цель научно-исследовательского семинара** - теоретическая подготовка к проведению исследований при выполнении выбранной темы будущей выпускной магистерской работы.

#### **Задачи дисциплины:**

- развитие творческого и аналитического мышления, расширение научного кругозора;

- привитие устойчивых навыков самостоятельной научно-исследовательской работы;
- повышение качества усвоения изучаемых дисциплин;
- выработка умения применять теоретические знания и современные методы научных исследований в юридической деятельности.

Для успешного освоения тем научно-исследовательского семинара «Основы планирования эксперимента. Основы теории моделирования и подобия ГОСТ Р 7.0.11.-2011» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

ОК-7 – способность к самоорганизации и самообразованию;

ОПК-1 - способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

ОПК-2 - способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат;

ОПК-4 - владеть эффективными правилами, методами и средствами сбора, обмена, хранения и обработки информации, навыками работы с компьютером, как средством управления информацией;

ОПК-6 - способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий;

ПК-2 - владеть методами проведения инженерных изысканий, технологией проектирования деталей и конструкций в соответствии с техническим заданием с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированных проектирования.

Вышеуказанные компетенции приобретаются при освоении следующих дисциплин бакалавриата: информационные технологии и вычислительные методы в строительстве; философия; математика; теория вероятности и математическая статистика; тепловая защита зданий и сооружений; термодинамический анализ.

Планируемые результаты обучения поданной дисциплине (знания, умения, владения), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют этапы формирования следующих компетенций:

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<b>ОПК-3-</b> способностью использовать на практике навыки и умения в организации научно-исследовательских и научно-производственных работ, в управлении коллективом, влиять на формирование целей команды, воздействовать на её социально-психологический климат в нужном для достижения цели направлении, оценивать качество результатов деятельности, способностью к активной социальной мобильности	Знает	фундаментальные и прикладные дисциплины.
	Умеет	применять знания о современных методах исследования.
	Владеет	методами: организации научно-исследовательских и научно-производственных работ; управления коллективом; создания необходимой мотивации для достижения цели.
<b>ОПК-8</b> -способностью демонстрировать навыки работы в научном коллективе, способностью порождать новые идеи (креативность)	Знает	основные законы естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования
	Умеет	выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат;
	Владеет	эффективными правилами, методами и средствами сбора, обмена, хранения и обработки информации, навыками работы с

		компьютером как средством управления информацией.
<b>ОПК-12-</b> способностью оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы	Знает	методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности.
	Умеет	выбирать оптимальные пути решения производственных проблем в соответствии с профилем подготовки, планировать проводить теоретические и экспериментальные научные исследования принимать решения в области теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологии с учетом энерго- и ресурсосбережения
	Владеет	правилами оформления, представления и способен докладывать результаты выполненной работы
<b>ПК-3-</b> обладанием знаниями методов проектирования и мониторинга зданий и сооружений, их конструктивных элементов, включая методы расчетного обоснования, в том числе с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования	Знает	нормативную базу в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест
	Умеет	использовать нормативные правовые документы в профессиональной деятельности
	Владеет	способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий
<b>ПК-5-</b> владением методами проектирования сооружений различного назначения, инженерных систем, их конструктивных элементов, включая методики инженерных расчетов и профессиональных программ расчета	Знает	методы проектирования инженерных систем зданий и сооружений, их конструктивных элементов, включая методики расчетов.
	Умеет	Работать с профессиональными программами для технических расчетов и графических работ.
	Владеет	Технологией проектирования

		комбинированных, автоматизированных, энергосберегающих систем ОВК
--	--	---

Методы активного/ интерактивного обучения для реализации научно-исследовательского семинара "Основы планирования эксперимента. Основы теории моделирования и подобию ГОСТ Р 7.0.11.-2011": учебным планом не предусмотрены.

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

Лекции не предусмотрены.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

**1 семестр - 18 часов аудиторных занятий.**

**Занятие 1. Выбор темы диссертационной работы. Объем и содержание ВКР. Составные части и их содержательность. Актуальность и научная новизна работы (2 час.)**

Представить примеры содержания магистерских диссертаций, обсудить достоинства и недостатки представленных примеров.

Задание к следующему занятию – Обсудить с руководителем тему ВКР, подготовить ее содержание, показать актуальность и научную новизну работы, подготовить презентацию по теме диссертации.

**Занятия 2,3. Представление и обсуждение тем ВКР. (4 час.)**

Студенты должны представить презентацию по теме диссертации, ожидаемое содержание, показать актуальность и научную новизну работы, следует обсудить с учетом достоинств и недостатков, представленных тем и путей ее раскрытия.

Задание к следующей теме – планирование инженерного эксперимента, классический регрессионный анализ и его недостатки, параметр оптимизации, мера рассеяния экспериментальных данных относительно кривой регрессии.

**Занятие 4. Планирование инженерного эксперимента, классический регрессионный анализ и его недостатки. (2 час.)**

Обсуждение классического регрессионного анализа и его недостатков, параметр оптимизации, мера рассеяния экспериментальных данных относительно кривой регрессии.

Сообщения, имеющихся у студентов в презентационной форме, дискуссия, выводы по теме.

Задание к следующей теме – планирование инженерного эксперимента, найти коэффициенты  $b_0, b_1, \dots, b_k$ , - решить систему уравнений методами матричной алгебры; для определения коэффициентов регрессии необходимо: составить матрицу независимых переменных  $X$ ; путем транспонирования  $X$  получить матрицу  $X^*$ ; найти произведение  $X^*X$ ; найти обратную матрицу  $(X^*X)^{-1}$ ; найти произведение матриц  $(X^*X)^{-1}X^*$ ; найти произведение  $(X^*X)^{-1}X^*Y$ , что даст матрицу искомых коэффициентов  $B$ .

**Занятие 5. Планирование инженерного эксперимента, найти коэффициенты  $b_0, b_1, \dots, b_k$ . (2 час.)**

Проверка и обсуждение решений, имеющихся у студентов, в презентационной форме, дискуссия, выводы по теме.

Задание на следующее занятие – полный факторный эксперимент; матрица планирования эксперимента; геометрический образ



экспериментального плана для 2-х факторов; геометрический образ экспериментального плана для 3-х факторов.

**Занятие 6. Планирование инженерного эксперимента, полный факторный эксперимент. (2час.)**

Представить план эксперимента. Обсуждение решений, имеющих у студентов, в презентационной форме, дискуссия, выводы по теме.

Задание к следующему занятию – свойства ПФЭ типа  $2^k$ ; четыре свойства матрицы планирования независимо от числа факторов.

**Занятие 7. Планирование инженерного эксперимента, свойства матрицы планирования (2час.)**

Обсуждение свойств матрицы планирования, в презентационной форме, дискуссия, выводы по теме.

Задание к следующему занятию – симметричность относительно центра эксперимента; линейная модель; статистический анализ математической модели; нелинейная математическая модель, причины нелинейности.

**Занятие 8. Планирование инженерного эксперимента, математическая модель ПФЭ (2час.)**

Магистранты готовят сообщения по теме с презентациями, с последующим обсуждением.

Задание к следующему занятию - определение порядка взаимодействия факторов; вычисление коэффициентов при взаимодействиях факторов; дробный факторный эксперимент; понятие о разрешающей способности экспериментальных планов и насыщенных экспериментальных планах.

**Занятие 9. Планирование инженерного эксперимента, определение порядка взаимодействия факторов (2 часа)**

Магистранты готовят сообщения по теме с презентациями, с последующим обсуждением. Подведение итогов научно-исследовательского семинара "Основы планирования эксперимента. Основы теории моделирования и подобия ГОСТ Р 7.0.11.-2011"

**2 семестр - 18 часов аудиторных занятий.**

**Занятие 1, 2. Сообщение по теме диссертационной работы. Выполнение работы по плану. Обсуждение темы статьи и доклада на конференцию. (4 час.)**

Представить работу, выполненную по плану выпускной квалификационной работы, тему и содержание статьи и доклада на конференцию.

Задание к следующему занятию – планирование второго порядка, описание почти стационарной области, ортогональное планирование второго порядка, ротатабельное планирование второго порядка, сравнительная оценка различных экспериментальных планов, регрессионный анализ при ротатабельном планировании второго порядка, критериальное планирование и обработка результатов экспериментов.

**Занятие 3. Планирование инженерного эксперимента второго порядка. (2 час.)**

Планирование второго порядка. Особенности. Задание к следующему занятию – планирование инженерного эксперимента, классический регрессионный анализ и его недостатки, параметр оптимизации, мера рассеяния экспериментальных данных относительно кривой регрессии.

**Занятие 4. Планирование инженерного эксперимента, классический регрессионный анализ и его недостатки. (2 час.)**

Обсуждение классического регрессионного анализа и его недостатков, параметр оптимизации, мера рассеяния экспериментальных данных относительно кривой регрессии.

Задание к следующему занятию – виды подобия, теория подобия первая теорема подобия, получение критериев подобия, получение критериев подобия, когда уравнение процесса в явном виде не известно.

**Занятие 5. Теория подобия, первая теорема подобия, получение критериев подобия, (2 час.)**

Обсуждение теории в презентационной форме, дискуссия, выводы по теме.

Задание на следующее занятие – вторая теорема подобия ( $\pi$  – теорема), Единицы измерений и анализ размерностей, Способы получения критериев подобия на основе  $\pi$  – теоремы: классический способ, видоизмененный классический способ, упрощенный способ, анализ полученных критериев подобия.

**Занятие 6. Вторая теорема подобия ( $\pi$  – теорема), единицы измерений и анализ размерностей (2час.)**

Обсуждение сообщений в презентационной форме, дискуссия, выводы по теме.

Задание к следующему занятию – масштабы и индикаторы подобия. Система уравнений, составленных из масштабов подобия, и их решение, получение критериев подобия применением системы относительных единиц, формальные методы получения критериев подобия и уравнений процесса.

**Занятие 7. Система уравнений, составленных из масштабов подобия, и их решение (2час.)**

Обсуждение решения уравнений, составленных из масштабов подобия в презентационной форме, дискуссия, выводы по теме.

Задание к следующему занятию – некоторые частные случаи подобия (приближенное подобие), некоторые технические приемы обеспечения подобия процессов, третья теорема подобия и ее применение, о подобии сложных систем, о подобии систем с нелинейными или переменными параметрами, о подобии физических процессов при отсутствии геометрического подобия, о подобии при вероятностном характере процессов.

**Занятие 8. Третья теорема подобия и ее применение (2час.)**

Магистранты готовят сообщения по теме с презентациями, с последующим обсуждением.

Задание к следующему занятию - моделирование, требования к моделям, способы моделирования, математическое моделирование,

построение математических моделей, проведение модельных исследований, дескриптивные математические модели, оптимизационные математические модели, многокритериальные математические модели.

### **Занятие 9. Моделирование, требования к моделям, способы моделирования, математическое моделирование (2 часа)**

Магистранты готовят сообщения по теме с презентациями, с последующим обсуждением. Подведение итогов научно-исследовательского семинара "Основы планирования эксперимента. Основы теории моделирования и подобия ГОСТ Р 7.0.11.-2011"

## **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся на научно-исследовательском семинаре "Основы планирования эксперимента. Основы теории моделирования и подобия ГОСТ Р 7.0.11.-2011" представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

## **IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА**

**для научно-исследовательского семинара**

**"Основы планирования эксперимента. Основы теории моделирования и подобия ГОСТ Р 7.0.11.-2011"**

**В первом семестре**

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Представление темы магистерской диссертации, примерное содержание работы, ее актуальность и новизна в печатном варианте за подписью руководителя и исполнителя.	ОПК-3,	Знает	УО-3	1,2,3
			Умеет	УО-3	4,5
		ОПК-8, ОПК-12	Владеет	УО-3	7,8

2	Представление теоретических вопросов по планированию инженерного эксперимента, теории подобия и моделированию, по темам должны быть подготовлены презентации для представления на семинаре для активного обсуждения.	ПК-3, ПК-5	Знает	УО-3	8,9,10
			Умеет	УО-3	11,12,14
			Владеет	УО-3	13,15,16, 17,18,
3	Подготовлен и представлен план научно-исследовательской работы магистранта в печатном и электронном виде.	ОПК-3, ОПК-8, ОПК-12	Знает	УО-3	19,20,21,
			Умеет	УО-3	22,23,24
			Владеет	УО-3	25,26, 27,28
4	В конце первого семестра должен быть собран материал по первой главе диссертации, который представляется в электронном виде руководителю магистранта и руководителю семинара.	ПК-3, ПК-5	Знает Умеет Владеет	УО-3	1-31
5	Зачет	ОПК-3, ОПК-8, ОПК-12 ПК-3, ПК-5	Знает Умеет Владеет	По результатам рейтинга или ответы устной форме	1-31

## КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ

для научно-исследовательского семинара

**"Основы планирования эксперимента. Основы теории моделирования и подобия ГОСТ Р 7.0.11.-2011"**

**Во втором семестре**

№ п/ п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	1. Подготовить сообщение по теме диссертационной работы. Выполнение работы по плану. Обсуждение темы и содержания статьи и доклада на конференцию. Материал представляется в эл. виде – презентацией.	ОПК-3, ОПК-8, ОПК-12	Знает	УО-3	1,2,3
			Умеет	УО-3	4,5
			Владеет	УО-3	7,8
2	1. При изучении теоретических вопросов по планированию инженерного	ПК-3, ПК-5	Знает	УО-3	8-20
			Умеет	УО-3	21-42
			Владеет	УО-3	43-66

	эксперимента, теории подобия и моделированию, по темам должны быть подготовлены презентации для представления на семинаре для активного обсуждения.				
3	1. В конце второго семестра должен быть собран материал по второй главе диссертации, который представляется в электронном виде руководителю магистранта и руководителю семинара.	ОПК-3, ОПК-8, ОПК-12	Знает	УО-3	19,20,21,
			Умеет	УО-3	22,23,24
			Владеет	УО-3	25,26, 27,28
4	1. В конце второго семестра обсуждаются результаты выступления на конференции, а также результаты работы студентов на семинаре, подводятся итоги.	ПК-3, ПК-5	Знает Умеет Владеет	УО-3	1-31
5	Зачет	ОПК-3, ОПК-8, ОПК-12 ПК-3, ПК-5	Знает Умеет Владеет	По результатам рейтинга или ответы устной форме	1-66

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

## V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

для научно-исследовательского семинара

**"Основы планирования эксперимента. Основы теории моделирования и подобия ГОСТ Р 7.0.11.-2011"**

### Основная литература

1. Сафин, Р. Г. Основы научных исследований. Организация и планирование эксперимента: учебное пособие / Р. Г. Сафин, А. И. Иванов, Н. Ф. Тимербаев. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2013. — 154 с. — 978-5-7882-1412-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62219.html>

2. Сагдеев, Д. И. Основы научных исследований, организация и планирование эксперимента: учебное пособие / Д. И. Сагдеев. — Казань :

Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016. — 324 с. — 978-5-7882-2010-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/79455.html>

3. Планирование и организация эксперимента: методические указания / сост. М. И. Харитонов, А. М. Харитонов. — СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 55 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30012.html>

4. Румянцев, А. В. Теория и практика теплофизического эксперимента: учебное пособие / А. В. Румянцев. — Калининград: Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта, 2011. — 72 с. — 978-5-9971-0119-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/23939.html>

### Дополнительная литература

1. Порсев, Е. Г. Организация и планирование экспериментов: учебное пособие / Е. Г. Порсев. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010. — 155 с. — 978-5-7782-1461-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45415.html>

2. Шустрова, М. Л. Основы планирования экспериментальных исследований: учебное пособие / М. Л. Шустрова, А. В. Фафурин. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016. — 84 с. — 978-5-7882-1924-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62523.html>

3. Пашенко, Ф.Ф. Основы моделирования энергетических объектов / Ф.Ф. Пашенко, Г.А. Пикина. — Москва: Физматлит, 2011. — 464 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59622>

### Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. [www.twirpx.com](http://www.twirpx.com) - Все для студента
2. <http://vipbook.info> - Электронная библиотека
3. [www.rehau.ru](http://www.rehau.ru) - РЕHAU – Техническая информация (строительство, автомобилестроение, индустрия) 2012г.
4. [http://www.gumer.info/bogoslov\\_Buks/Philos/index\\_philos.php](http://www.gumer.info/bogoslov_Buks/Philos/index_philos.php) - информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (<http://window.edu.ru/>).
5. <http://www.rsl.ru/> - сайт Российской государственной библиотеки.
6. <http://www.gpntb.ru/> - сайт Государственной публичной научно-технической библиотеки России.
7. <http://elibrary.ru/> - сайт Научной электронной библиотеки
8. <http://lib.mgsu.ru/> - сайт Научно-технической библиотеки ФГБОУ ВПО «МГСУ»

9. [www.moven.ru](http://www.moven.ru) - Каталог продукции МОВЕН – Оборудование для систем вентиляции: клапаны, заслонки, решетки и др., 2005г.

10. <http://www.rosteplo.ru> - Информационная система по теплоснабжению

## VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Занятия и самостоятельной работы студентов направлено на углубленное изучение теоретических основ и их практического приложения **"Основы планирования эксперимента. Основы теории моделирования и подобию ГОСТ Р 7.0.11.-2011"**, получение необходимых компетенций, позволяющих осуществлять научные исследования на основе экспериментальных установок и теоретических исследований.

На семинаре студенты реализуют принципы решения научных задач, полученных при изучении материала.

Практические занятия в компьютерном классе с мультимедийным оборудованием. Студенты приносят на занятия свои ноутбуки и соответствующие гаджеты.

На первом занятии студенты знакомятся с требованиями, предъявляемыми к магистерским диссертациям, их содержанием и оформлением, правилами составления отчетов по научно-исследовательской работе. В конце занятия студенты получают задание для самостоятельной работы и подготовке к следующему занятию.

Аналогично проходят все остальные практические занятия, в II подробно указано каждое задание для самостоятельной работы и программа работы на занятии. Временной график самостоятельной работы студента по данной дисциплине приведен в приложении 1.

На каждом занятии студенту предлагается сделать сообщение и представить презентацию. Другие студенты задают вопросы, делают комментарии, замечания, предложения. Оцениваются знания, как докладчика, так и оппонентов. Это мотивирует студентов проявлять высокую активность, более глубоко и широко изучать предложенные вопросы, а не замыкаться на собственном задании. Выступления студентов формируют навыки профессионального мышления, закрепляют профессиональную лексику, учат отстаивать принятые решения или соглашаться с лучшими предложениями.

Если студент не подготовил презентацию и сообщение к текущему занятию, то он может перенести их на следующее, но представляемый материал должен содержать информацию, как предыдущего занятия, так и текущего.

Наилучшей рекомендацией студенту – это подготовка к каждому занятию, что будет соответствовать плану выполнения работы, выдерживать технологию изучения дисциплины. В процессе обучения формируется

рейтинг студентов, позволяющий дать оценку их знаний и представить в промежуточной аттестации.

Кроме занятий предусмотрены еженедельные консультации ведущего преподавателя, с помощью которых студент может разрешить проблемы, возникшие у него при подготовке к текущему занятию.

Студенты получают по дисциплине в электронном виде: программу практических занятий.

Справочную, учебную и научную литературу, необходимую для научно-исследовательского семинара "Основы планирования эксперимента. Основы теории моделирования и подобию ГОСТ Р 7.0.11.-2011" могут найти в электронной базе библиотеки ДВФУ.

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«Основы планирования эксперимента. Основы теории моделирования и подобию ГОСТ Р 7.0.11.-2011»**

Практические занятия в компьютерном классе с мультимедийным оборудованием. Студенты приносят на занятия свои ноутбуки и соответствующие гаджеты.

Студенты получают по дисциплине в электронном виде: программу практических занятий.

Студент пользуется электронной базой библиотеки ДВФУ, кафедры и ведущего преподавателя.

Студенты могут использовать в своей работе профессиональные программы, которые имеются на кафедре.





МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

по научно-исследовательскому семинару  
**"Основы планирования эксперимента. Основы теории  
моделирования и подбора ГОСТ Р 7.0.11.-2011"**  
Направление подготовки **08.04.01 Строительство**  
магистерская программа  
«Теплогазоснабжение населенных мест предприятий»  
**Форма подготовки очная**

**Владивосток  
2017**

**План-график выполнения самостоятельной работы для научно-исследовательского семинара "Основы планирования эксперимента. Основы теории моделирования и подобия ГОСТ Р 7.0.11.-2011" в первом семестре.**

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времен и на выполнение	Форма контроля
1	4 недели К 4-ей недели	Обсудить с руководителем тему ВКР, подготовить ее содержание, показать актуальность и научную новизну работы, подготовить презентацию по теме диссертации	<b>20 час.</b>	обсуждение тем ВКР, доклад в презентационной форме, дискуссия, выводы по теме.
2	2 недели К 6-ой недели	Подготовится к теме: планирование инженерного эксперимента, классический регрессионный анализ и его недостатки, параметр оптимизации, мера рассеяния экспериментальных данных относительно кривой регрессии. Работа над первой главой диссертации.	<b>10 час.</b>	обсуждение докладов в презентационной форме, дискуссия, выводы по теме
3	2 недели К 8-ой недели	Подготовится к теме: найти коэффициенты $b_0, b_1, \dots, b_k$ , - решить систему уравнений методами матричной алгебры; для определения коэфф. регрессии необходимо: составить матрицу независимых переменных $X$ ; путем транспонирования $X$ получить матрицу $X^*$ ; найти произведение $X^*X$ ; найти обратную матрицу $(X^*X)^{-1}$ ; найти произведение матриц $(X^*X)^{-1}X^*$ ; найти произведение $(X^*X)^{-1}X^*Y$ , что даст матрицу искомых коэффициентов $B$	<b>10 час.</b>	обсуждение докладов в презентационной форме, дискуссия, выводы по теме.
4	2 недели К 10-ой недели	полный факторный эксперимент; матрица планирования эксперимента;	<b>10 час</b>	Магистранты готовят сообщения по теме, доклады с

		геометрический образ экспериментального плана для 2-х факторов; геометрический образ экспериментального плана для 3-х факторов. Работа над первой главой диссертации.		презентациями, с последующим обсуждением.
<b>5</b>	2 недели К 12-ой недели	Свойства ПФЭ типа 2к; четыре свойства матрицы планирования независимо от числа факторов. Работа над первой главой диссертации.	<b>10 час.</b>	Магистранты готовят сообщения по теме, доклады с презентациями, с последующим обсуждением.
<b>6</b>	2 недели К 14-ой недели	симметричность относительно центра эксперимента; линейная модель; статистический анализ математической модели; нелинейная математическая модель, причины нелинейности. Работа над первой главой диссертации.	<b>10 час.</b>	Магистранты готовят сообщения по теме, доклады с презентациями, с последующим обсуждением.
<b>7</b>	2 недели К 16-ой недели	Определение порядка взаимодействия факторов; вычисление коэффициентов при взаимодействиях факторов; дробный факторный эксперимент; понятие о разрешающей способности экспериментальных планов и насыщенных экспериментальных планах. Работа над первой главой диссертации.	<b>10час.</b>	Магистранты готовят сообщения по теме, доклады с презентациями, с последующим обсуждением.
<b>8</b>	2 недели К 18-ой недели	Подведение итогов научно-исследовательского семинара "Основы планирования эксперимента. Основы теории моделирования и подобию ГОСТ Р 7.0.11.-2011".	<b>10час.</b>	доклады в презентационной форме, обсуждение, дискуссия, выводы по теме.

**План-график выполнения самостоятельной работы для научно-исследовательского семинара "Основы планирования эксперимента. Основы теории моделирования и подобия ГОСТ Р 7.0.11.-2011" во втором семестре.**

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времен и на выполнение	Форма контроля
1	2 недели К 4-ей недели	Подготовить сообщение по теме диссертационной работы. Выполнение работы по плану. Обсуждение темы статьи и доклада на конференцию.	<b>20 час.</b>	обсуждение работы по ВКР, доклад в презентационной форме, дискуссия, выводы по теме.
2	2 недели К 6-ой недели	Подготовится к теме: планирование второго порядка, описание почти стационарной области, ортогональное планирование второго порядка, ротатабельное планирование второго порядка, сравнительная оценка различных экспериментальных планов, регрессионный анализ при ротатабельном планировании второго порядка, критериальное планирование и обработка результатов экспериментов. Работа над первой главой диссертации.	<b>10 час.</b>	обсуждение докладов в презентационной форме, дискуссия, выводы по теме
3	2 недели К 8-ой недели	Подготовится к теме: классический регрессионный анализ и его недостатки, параметр оптимизации, мера рассеяния экспериментальных данных относительно кривой регрессии. Работа над первой главой диссертации, докладом на конференцию.	<b>10 час.</b>	обсуждение докладов в презентационной форме, дискуссия, выводы по теме.
4	2 недели К 10-ой недели	Подготовится к теме: виды подобия, теория подобия первая теорема подобия, получение критериев подобия, получение критериев подобия, когда уравнение процесса в явном виде не известно. Работа над первой главой диссертации,	<b>10 час</b>	Магистранты готовят сообщения по теме, доклады с презентациями, с последующим обсуждением.

		докладом на конференцию.		
<b>5</b>	2 недели К 12-ой недели	Подготовится к теме: вторая теорема подобия ( $\pi$ – теорема), Единицы измерений и анализ размерностей, Способы получения критериев подобия на основе $\pi$ – теоремы: классический способ, видоизмененный классический способ, упрощенный способ, анализ полученных критериев подобия. Работа над первой главой диссертации, докладом на конференцию.	<b>10 час.</b>	Магистранты готовят сообщения по теме, доклады с презентациями, с последующим обсуждением.
<b>6</b>	2 недели К 14-ой недели	Подготовится к теме: масштабы и индикаторы подобия. Система уравнений, составленных из масштабов подобия, и их решение, получение критериев подобия применением системы относительных единиц, формальные методы получения критериев подобия и уравнений процесса. Работа над первой главой диссертации.	<b>10 час.</b>	Магистранты готовят сообщения по теме, доклады с презентациями, с последующим обсуждением.
<b>7</b>	2 недели К 16-ой недели	Подготовится к теме: некоторые частные случаи подобия (приближенное подобие), некоторые технические приемы обеспечения подобия процессов, третья теорема подобия и ее применение, о подобии сложных систем, о подобии систем с нелинейными или переменными параметрами, о подобии физических процессов при отсутствии геометрического подобия, о подобии при вероятностном характере процессов. Работа над первой главой диссертации.	<b>10час.</b>	Магистранты готовят сообщения по теме, доклады с презентациями, с последующим обсуждением.
<b>8</b>	2 недели К 18-ой недели	Подготовится к теме: моделирование, требования к моделям, способы моделирования, математическое моделирование, построение математических моделей,	<b>10час.</b>	доклад в презентационной форме, обсуждение, дискуссия, выводы по теме.

		проведение исследований, математические модели, оптимизационные математические модели, многокритериальные математические модели.		
--	--	--	--	--

**Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению:**

**В первом семестре.**

Задания №№1 – студентам следует обсудить с руководителем тему ВКР, подготовить ее содержание, показать актуальность и научную новизну работы, подготовить презентацию по теме диссертации, (на подготовку отводится от 2-х до 4-х недель).

Задания №№ 3- 8 – изучение теоритических вопросов по планированию инженерного эксперимента и его практическое воплощение, по темам должны быть подготовлены презентации для представления на семинаре. Готовятся все студенты, для активного участия в обсуждении сообщений. Параллельно студенты собирают материал для первой главы магистерской диссертации.

**Во втором семестре.**

Задания №№1 – студенты должны подготовить сообщение по теме диссертационной работы. Выполнение работы по плану. Обсуждение темы статьи и доклада на конференцию. (на подготовку отводится от 2-х до 4-х недель).

Задания №№ 3- 8 – изучение теоритических вопросов по планированию инженерного эксперимента, теории подобия и моделированию, по темам должны быть подготовлены презентации для представления на семинаре. Готовятся все студенты, для активного участия в обсуждении сообщений. Параллельно студенты собирают материал для второй главы магистерской диссертации, готовят доклад и статью для опубликования на конференции.

**Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы:**

**В первом семестре.**

1. Представлена на семинаре, а затем на заседании кафедры тема магистерской диссертации, примерное содержание работы, ее актуальность и новизна в печатном варианте за подписью руководителя и исполнителя.
2. Подготовлен и представлен план научно-исследовательской работы магистранта в печатном и электронном виде.

3. Подготовлена презентация по теме магистерской диссертации, доказывающая ее актуальность, новизну и представлена на семинаре для активного обсуждения.
4. При изучении теоретических вопросов по планированию инженерного эксперимента, теории подобия и моделированию, по темам должны быть подготовлены презентации для представления на семинаре для активного обсуждения.
5. В конце первого семестра должен быть собран материал по первой главе диссертации, который представляется в электронном виде руководителю магистранта и руководителю семинара.
6. В конце первого семестра должна быть оговорена тема и собран материал для доклада на конференцию в электронном виде, который представляется руководителю магистранта и руководителю семинара.

### **Во втором семестре.**

2. Подготовить сообщение по теме диссертационной работы. Выполнение работы по плану. Обсуждение темы и содержания статьи и доклада на конференцию. Материал представляется в эл. виде – презентацией.

3. При изучении теоретических вопросов по планированию инженерного эксперимента, теории подобия и моделированию, по темам должны быть подготовлены презентации для представления на семинаре для активного обсуждения.

4. В конце второго семестра должен быть собран материал по второй главе диссертации, который представляется в электронном виде руководителю магистранта и руководителю семинара.

5. В конце второго семестра обсуждаются результаты выступления на конференции, а также результаты работы студентов на семинаре, подводятся итоги.

### **Критерии оценки выполнения самостоятельной работы:**

На 10 занятиях студентам предоставлена возможность сделать сообщение и презентовать выполненную работу, это оценивается баллами от 1 до 3. Оценивается активность студентов при обсуждении представленных работ баллами от 1 до 2.

По результатам работы на семинаре максимальное число баллов – 40;

Выбор и обоснование темы магистерской диссертации - максимальное число баллов – 20;

Подготовка материалов по магистерской диссертации - максимальное число баллов – 20;

Участие в конференции - максимальное число баллов – 20;

100-90 баллов – соответствуют оценке «отлично»

89 -70 баллов – соответствуют оценке «хорошо»

69-60 баллов – соответствуют оценке «удовлетворительно»



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
для научно-исследовательского семинара  
**"Основы планирования эксперимента. Основы теории моделирования  
и подобия ГОСТ Р 7.0.11.-2011"**  
**Направление подготовки 08.04.01 Строительство**  
магистерская программа  
«Теплогазоснабжение населенных мест предприятий»  
**Форма подготовки очная**

**Владивосток**  
**2017**



**Паспорт**  
**фонда оценочных средств**  
**для научно-исследовательского семинара**  
**"Основы планирования эксперимента. Основы теории моделирования**  
**и подобия ГОСТ Р 7.0.11.-2011",**  
**практические занятия**  
(наименование дисциплины, вид практики)

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
	ОПК-3- способностью использовать на практике навыки и умения в организации научно-исследовательских и научно-производственных работ, в управлении коллективом, влиять на формирование целей команды, воздействовать на её социально-психологический климат в нужном для достижения цели направлении, оценивать качество результатов деятельности, способностью к активной социальной мобильности	Знает
Умеет		применять знания о современных методах исследования
Владеет		методами оценки инновационного потенциала, риска коммерциализации проекта, технико-экономического анализа проектируемых объектов и продукции
ОПК-8 -способностью демонстрировать навыки работы в научном коллективе, способностью порождать новые идеи (креативность)	Знает	основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования
	Умеет	выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат;
	Владеет	эффективными правилами, методами и средствами сбора, обмена, хранения и обработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией

ОПК-12- способностью оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы	Знает	методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности
	Умеет	выбирать оптимальные пути решения производственных проблем в соответствии с профилем подготовки, планировать проводить теоретические и экспериментальные научные исследования принимать решения в области теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологии с учетом энерго- и ресурсосбережения;
	Владеет	правилами оформления, представления и способен докладывать результаты выполненной работы
ПК-3- обладанием знаниями методов проектирования и мониторинга зданий и сооружений, их конструктивных элементов, включая методы расчетного обоснования, в том числе с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования	Знает	нормативную базу в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест
	Умеет	использовать нормативные правовые документы в профессиональной деятельности
	Владеет	способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий
ПК-5- владением методами проектирования сооружений различного назначения, инженерных систем, их конструктивных элементов, включая методики инженерных расчетов и профессиональных программ расчета	Знает	методы проектирования инженерных систем зданий и сооружений, их конструктивных элементов, включая методики расчетов.
	Умеет	Работать с профессиональными программами технических для расчетов и графических работ.
	Владеет	Технологией проектирования комбинированных, автоматизированных, энергосберегающих систем

**КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ****для научно-исследовательского семинара****"Основы планирования эксперимента. Основы теории моделирования и подобия ГОСТ Р 7.0.11.-2011"****В первом семестре**

№ п/ п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежу точная аттестация
1	Представлена на семинаре, а затем на заседании кафедры тема магистерской диссертации, примерное содержание работы, ее актуальность и новизна в печатном варианте за подписью руководителя и исполнителя.	ОПК-3,	Знает	УО-3	1,2,3
			Умеет	УО-3	4,5
		ОПК-8, ОПК-12	Владеет	УО-3	7,8
2	При изучении теоретических вопросов по планированию инженерного эксперимента, теории подобия и моделированию, по темам должны быть подготовлены презентации для представления на семинаре для активного обсуждения.	ПК-3, ПК-5	Знает	УО-3	8,9,10
			Умеет	УО-3	11,12,14
			Владеет	УО-3	13,15,16, 17,18,
3	Подготовлен и представлен план научно-исследовательской работы магистранта в печатном и электронном виде.	ОПК-3, ОПК-8,	Знает	УО-3	19,20,21,
			Умеет	УО-3	22,23,24
		ОПК-12	Владеет	УО-3	25,26, 27,28
4	В конце первого семестра должен быть собран материал по первой главе диссертации, который представляется в электронном виде руководителю магистранта и руководителю семинара.	ПК-3, ПК-5	Знает Умеет Владеет	УО-3	1-31
5	Зачет	ОПК-3, ОПК-8, ОПК-12 ПК-3, ПК-5	Знает Умеет Владеет	По результатам рейтинга или ответы устной форме	1-31

## КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ

для научно-исследовательского семинара

**"Основы планирования эксперимента. Основы теории моделирования и подобия ГОСТ Р 7.0.11.-2011"**

**Во втором семестре**

№ п/ п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежу точная аттестац ия
1	6. Подготовить сообщение по теме диссертационной работы. Выполнение работы по плану. Обсуждение темы и содержания статьи и доклада на конференцию. Материал представляется в эл. виде – презентацией.	ОПК-3,  ОПК-8,  ОПК-12	Знает	УО-3	1,2,3
			Умеет	УО-3	4,5
			Владеет	УО-3	7,8
2	2. При изучении теоретических вопросов по планированию инженерного эксперимента, теории подобия и моделированию, по темам должны быть подготовлены презентации для представления на семинаре для активного обсуждения.	ПК-3, ПК-5	Знает	УО-3	8-20
			Умеет	УО-3	21-42
			Владеет	УО-3	43-66
3	2. В конце второго семестра должен быть собран материал по второй главе диссертации, который представляется в электронном виде руководителю магистранта и руководителю семинара.	ОПК-3,  ОПК-8,  ОПК-12	Знает	УО-3	19,20,21,
			Умеет	УО-3	22,23,24
			Владеет	УО-3	25,26, 27,28
4	2. В конце второго семестра обсуждаются результаты выступления на конференции, а также результаты работы студентов на семинаре, подводятся итоги.	ПК-3, ПК-5	Знает Умеет Владеет	УО-3	1-31
5	Зачет	ОПК-3, ОПК-8, ОПК-12 ПК-3, ПК-5	Знает Умеет Владеет	По результатам рейтинга или ответы	1-66

				устной форме	
--	--	--	--	-----------------	--

**Содержание методических рекомендаций,  
определяющих процедуры оценивания результатов освоения научно-исследовательского семинара "Основы планирования эксперимента. Основы теории моделирования и подобию ГОСТ Р 7.0.11.-2011"**

**Текущая аттестация студентов.** Текущая аттестация студентов на научно-исследовательском семинаре "Основы планирования эксперимента. Основы теории моделирования и подобию ГОСТ Р 7.0.11.-2011" проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация научно-исследовательского семинара "Основы планирования эксперимента. Основы теории моделирования и подобию ГОСТ Р 7.0.11.-2011" проводится в форме контрольных мероприятий: доклад в презентационной форме, обсуждение, дискуссия.

Объектами оценивания выступают:

- **учебная дисциплина** (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине) - оценивается баллами в плане –рейтинге дисциплины;
- **степень усвоения теоретических знаний** – оценивается по докладам в презентационной форме, дискуссии;
- **уровень овладения практическими умениями и навыками** по всем видам учебной работы - оценивается по докладам в презентационной форме, дискуссиям, выводам по теме, обсуждением результатов расчета;
- **результаты самостоятельной работы** оцениваются по представлению работы по плану ВКР, доклада на научно-технической конференции.

**Промежуточная аттестация студентов.**

Промежуточная аттестация студентов по научно-исследовательскому семинару "Основы планирования эксперимента. Основы теории моделирования и подобию ГОСТ Р 7.0.11.-2011" проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Промежуточной аттестацией предусмотрен зачет по дисциплине в форме ответов на вопросы устной форме.

**Перечень оценочных средств (ОС), используемый при проведении научно-исследовательского семинара "Основы планирования эксперимента. Основы теории моделирования и подобию ГОСТ Р 7.0.11.-2011"**

**УО-3** – доклад или сообщение в презентационной форме.

### **В первом семестре.**

Темы докладов, сообщений:

1. Планирование инженерного эксперимента, классический регрессионный анализ и его недостатки, параметр оптимизации, мера рассеяния экспериментальных данных относительно кривой регрессии..

2. Коэффициенты  $b_0, b_1, \dots, b_k$ , - решить систему уравнений методами матричной алгебры; для определения коэфф. регрессии необходимо: составить матрицу независимых переменных  $X$ ; путем транспонирования  $X$  получить матрицу  $X^*$ ; найти произведение  $X^*X$ ; найти обратную матрицу  $(X^*X)^{-1}$ ; найти произведение матриц  $(X^*X)^{-1}X^*$ ; найти произведение  $(X^*X)^{-1}X^*Y$ , что даст матрицу искомых коэффициентов  $B$ .

3. Полный факторный эксперимент; матрица планирования эксперимента; геометрический образ экспериментального плана для 2-х факторов; геометрический образ экспериментального плана для 3-х факторов..

4. Свойства ПФЭ типа  $2^k$ ; четыре свойства матрицы планирования независимо от числа факторов.

5. Симметричность относительно центра эксперимента; линейная модель; статистический анализ математической модели; нелинейная математическая модель, причины нелинейности.

6. Определение порядка взаимодействия факторов; вычисление коэффициентов при взаимодействиях факторов; дробный факторный эксперимент; понятие о разрешающей способности экспериментальных планов и насыщенных экспериментальных планах.

### **Во втором семестре.**

Темы докладов, сообщений:

1. Планирование второго порядка, описание почти стационарной области, ортогональное планирование второго порядка, ротатабельное планирование второго порядка, сравнительная оценка различных экспериментальных планов, регрессионный анализ при ротатабельном планировании второго порядка, критериальное планирование и обработка результатов экспериментов.

2. Классический регрессионный анализ и его недостатки, параметр оптимизации, мера рассеяния экспериментальных данных относительно кривой регрессии.

3. Виды подобия, теория подобия первая теорема подобия, получение критериев подобия, получение критериев подобия, когда уравнение процесса в явном виде не известно.

4. Вторая теорема подобия ( $\pi$  – теорема), Единицы измерений и анализ размерностей, Способы получения критериев подобия на основе  $\pi$  – теоремы:

классический способ, видоизмененный классический способ, упрощенный способ, анализ полученных критериев подобия.

5. Масштабы и индикаторы подобия. Система уравнений, составленных из масштабов подобия, и их решение, получение критериев подобия применением системы относительных единиц, формальные методы получения критериев подобия и уравнений процесса.

6. Некоторые частные случаи подобия (приближенное подобие), некоторые технические приемы обеспечения подобия процессов, третья теорема подобия и ее применение, о подобии сложных систем, о подобии систем с нелинейными или переменными параметрами, о подобии физических процессов при отсутствии геометрического подобия, о подобии при вероятностном характере процессов.

7. Моделирование, требования к моделям, способы моделирования, математическое моделирование, построение математических моделей, проведение модельных исследований, дескриптивные математические модели, оптимизационные математические модели, многокритериальные математические модели.

**Вопросы для промежуточной аттестации** – зачет в устной форме по вопросам

**В первом семестре**

1. Понятие о пассивном эксперименте. Недостатки пассивного эксперимента;
2. Классический регрессионный анализ. Вычисление коэффициентов и получение уравнений регрессии при пассивном эксперименте;
3. Матричный метод получения уравнений регрессии;
4. Понятие об активном (планированном) эксперименте. Основная идея планированного эксперимента;
5. Понятие о факторах и выходных параметрах. Выбор области изменения факторов;
6. Классический многофакторный анализ и его недостатки;
7. Понятие об экстремальном эксперименте;
8. Движение в факторном пространстве при планировании эксперимента;
9. Градиент-метод: крутого восхождения и наискорейшего спуска;
10. Полный факторный эксперимент (ПФЭ);
11. Понятие об экспериментальных планах. Планы типа  $N = 2k$ ;
12. Математическая модель эксперимента. Виды моделей;
13. Линейная модель. Вычисление коэффициентов линейной модели;
14. Статистический анализ модели;
15. Математическая модель в «почти стационарной» области.
16. Нелинейная модель. Причины нелинейности. Понятие о взаимодействии факторов различных порядков;
17. Вычисление коэффициентов нелинейной модели;

18. Статистический анализ нелинейной модели;
19. Дробный факторный эксперимент. Реплики различной дробности;
20. Понятие о генерирующих соотношениях и определяющих контрастах. Их содержание и значение;
21. Планирование второго порядка. Ортогональное планирование второго порядка;
22. Ротатабельное планирование второго порядка;
23. Центральное композиционное планирование второго порядка;
24. Понятие о звездных точках. Вычисление звездных точек при двух факторах;
25. Вычисление звездных точек при трех факторах;
26. Вычисление звездных точек при четырех факторах;
27. Вычисление звездных точек при пяти факторах;
28. Понятие о других экспериментальных планах;
29. Критериальное планирование и обработка экспериментов;
30. Особенности критериального планирования эксперимента;
31. Последовательность работ при критериальном планировании эксперимента.

**Вопросы для промежуточной аттестации** – зачет в устной форме по вопросам

**Во втором семестре**

1. Понятие о подобии и моделировании.
2. Подобие физических процессов. Виды подобия.
3. Основные положения теории подобия.
4. Понятие о критериях подобия и их физическая сущность.
5. Масштабы и индикаторы подобия.
6. Первая теорема теории подобия.
7. Способы приведения уравнений к критериальной форме.
8. Способ приведения уравнений к критериальной форме при наличии общего множителя.
9. Способ приведения уравнений к критериальной форме методом интегральных аналогов.
10. Вторая теорема теории подобия (Пи-теорема). Формулировка.
11. Элементы теории размерностей.
12. Функциональные зависимости и полное уравнение процесса.
13. Классический способ приведения уравнения к критериальной форме.
14. Видоизмененный классический способ приведения уравнения к критериальной форме.
15. Упрощенный способ приведения уравнений к критериальной форме.
16. Приложение Пи-теоремы к решению задач из области механики.
17. Получение уравнений и законов с помощью  $\Pi$ -теоремы.
18. Наиболее часто встречающиеся критерии подобия и их названия.
19. Третья теорема теории подобия и ее формулировка.



20. Дополнительные положения третьей теоремы теории подобия.
21. Понятие о пассивном эксперименте. Недостатки пассивного эксперимента.
22. Классический регрессионный анализ. Вычисление коэффициентов. и получение уравнений регрессии при пассивном эксперименте.
23. Матричный метод получения уравнений регрессии.
24. Понятие об активном (планированном) эксперименте. Основная идея планированного эксперимента.
25. Понятие о факторах и выходных параметрах. Выбор области изменения факторов.
26. Классический многофакторный анализ и его недостатки.
27. Понятие об экстремальном эксперименте.
28. Движение в факторном пространстве при планировании эксперимента. Градиент-метод: крутого восхождения и наискорейшего спуска.
29. Полный факторный эксперимент (ПФЭ).
30. Понятие об экспериментальных планах. Планы типа  $N = 2k$ .
31. Математическая модель эксперимента. Виды моделей.
32. Линейная модель. Вычисление коэффициентов линейной модели.
33. Статистический анализ модели.
34. Математическая модель в «почти стационарной» области. Нелинейная модель. Причины нелинейности. Понятие о взаимодействии факторов различных порядков.
35. Вычисление коэффициентов нелинейной модели.
36. Статистический анализ нелинейной модели.
37. Дробный факторный эксперимент. Реплики различной дробности.
38. Понятие о генерирующих соотношениях и определяющих контрастах, их содержание и значение.
39. Планирование второго порядка. Ортогональное планирование второго порядка.
40. Ротатабельное планирование второго порядка.
41. Центральное композиционное планирование второго порядка.
42. Понятие о звездных точках. Вычисление звездных точек при двух факторах.
43. Вычисление звездных точек при трех факторах.
44. Вычисление звездных точек при четырех факторах.
45. Вычисление звездных точек при пяти факторах.
46. Понятие о других экспериментальных планах.
47. Критериальное планирование и обработка экспериментов.
48. Особенности критериального планирования эксперимента. Последовательность работ при критериальном планировании эксперимента.
49. Математическое моделирование; понятие, определение.
50. Модельные представления развития наук в виде этажных построений. с разбиением на «грядки». Взаимодействие между этажами и «грядками».
51. Соотношения между реальными объектами и их моделями, их взаимодействие и развитие. Специфический язык математики.

52. Методы создания моделей: от реальных объектов к абстрактным и от абстрактных к абстрактным. Назначение и определение модели.
53. Виды моделей и их классификация. Требования к моделям. Моделирование, его определение.
54. Способы моделирования и их классификация.
55. Общий метод и этапы построения мат. моделей.
56. Дескриптивные модели, их назначение и построение.
57. Понятие об эвристических и прогностических моделях.
58. Оптимизационные модели. Понятие, определение.
59. Приложение оптимизационных моделей к планированию производства.
60. Приложение оптимизационных моделей к задаче о размещении предприятий.
60. Линейные модели. Линейное программирование.
61. Нелинейные модели. Нелинейное программирование.
62. Методы поиска оптимального плана. Градиент – метод поиска.
63. Приложение математического моделирования в строительном деле. Метод сетевого планирования.
64. Многокритериальные математические модели. Понятие, виды моделей.
65. Методы решения многокритериальных задач. Сведение двух критериев к одному. Метод последовательных уступок.
66. Решение многокритериальных задач в общем случае.

### **Критерии оценки доклада, реферата, сообщения**

✓ 100-86 баллов выставляется студенту, если студент выразил своё мнение по сформулированной проблеме, аргументировал его, точно определив ее содержание и составляющие. Изучил методы и приемы анализа различных способов планирования эксперимента, теории подобия и моделирования, может оценить их достоинства и недостатки.

✓ 85-76 - баллов выставляется студенту, если он аргументировал своё мнение по сформулированной проблеме, точно определив ее содержание и составляющие характеризуются смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не более 1 ошибки при объяснении смысла или содержания проблемы.

✓ 75-61 баллов выставляется студенту, если он проводит достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих проблемы; понимает базовые основы и теоретическое обоснование выбранной темы. Привлечены основные источники по рассматриваемой теме. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании проблемы, оформлении работы

✓ 60-50 баллов выставляется студенту, если его работа представляет собой пересказанный или полностью переписанный исходный текст без

комментариев и анализа. Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Допущено три или более трех ошибок в смысловом содержании раскрываемой проблемы, в оформлении работы.

### Критерии оценки презентации доклада:

Оценка	50-60 баллов (неудовлетворительно)	61-75 баллов (удовлетворительно)	76-85 баллов (хорошо)	86-100 баллов (отлично)
Критерии	<b>Содержание критериев</b>			
Раскрытие проблемы	Проблема не раскрыта. Отсутствуют выводы	Проблема раскрыта не полностью. Выводы не сделаны и/или выводы не обоснованы	Проблема раскрыта. Проведен анализ проблемы без привлечения дополнительной литературы. Не все выводы сделаны и/или обоснованы	Проблема раскрыта полностью. Проведен анализ проблемы с привлечением дополнительной литературы. Выводы обоснованы
Представление	Представляемая информация логически не связана. Не использованы профессиональные термины	Представляемая информация не систематизирована и/или не последовательна. использовано 1-2 профессиональных термина	Представляемая информация не систематизирована и последовательна. Использовано более 2 профессиональных терминов	Представляемая информация систематизирована, последовательна и логически связана. Использовано более 5 профессиональных терминов
Оформление	Не использованы технологии Power Point. Больше 4 ошибок в представляемой информации	Использованы технологии Power Point частично. 3-4 ошибки в представляемой информации	Использованы технологии Power Point. Не более 2 ошибок в представляемой информации	Широко использованы технологии (Power Point и др.). Отсутствуют ошибки в представляемой информации
Ответы на вопросы	Нет ответов на вопросы	Только ответы на элементарные вопросы	Ответы на вопросы полные и/или частично полные	Ответы на вопросы полные, с приведением примеров и/или пояснений

**Критерии выставления оценки студенту при зачете  
по научно-исследовательскому семинару  
"Основы планирования эксперимента. Основы теории  
моделирования и подобию ГОСТ Р 7.0.11.-2011":**

<b>Баллы (рейтингов ой оценки)</b>	<b>Оценка экзамена (стандартная)</b>	<b>Требования к сформированным компетенциям</b> <i>Дописать оценку в соответствии с компетенциями. Привязать к дисциплине</i>
100-65	<i>зачтено</i>	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
64-50	<i>Не зачтено</i>	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.