

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«ГОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**АВТОМОБИЛЬНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ**

*Кафедра «Транспортные машины и технология  
транспортных процессов»*

**"УТВЕРЖДАЮ"**

Проректор по УВР, профессор

 Т. Х. Кабалоев  
«28» февраля 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Аналитические и численные методы в  
планировании экспериментов и  
инженерном анализе»**

Направление подготовки: **23.04.01 – Технология транспортных  
процессов**

Направленность подготовки: **Организация и безопасность  
движения**

Уровень высшего образования: **магистратура**

**Владикавказ - 2018**

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	4
1.1. Цели и задачи дисциплины .....	4
1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля), и перечень планируемых результатов обучения .....	4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы .....	5
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся .....	6
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий .....	6
4.1. Содержание лекционного курса дисциплины по модулям .....	6
4.2. Содержание практических занятий .....	8
4.3. Содержание лабораторных занятий .....	9
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) .....	9
5.1. Виды и объем самостоятельной работы .....	9
5.2. Задания для самостоятельной работы .....	10
5.3. Тематика рефератов, докладов, контрольных работ .....	11
5.4. Тематика курсовых работ (проектов) .....	12
5.5. Перечень учебно-методической литературы для самостоятельной работы по дисциплине .....	12
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) .....	12
6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы .....	13
6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания .....	13
6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы .....	15
6.3.1. Вопросы для текущего контроля по дисциплине .....	15
6.3.2. Экзаменационные билеты для промежуточного контроля знаний студентов (пример билета) .....	16

6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций .....	17
6.4.1. Методика оценки знаний обучающихся по результатам промежуточной аттестации .....	17
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля) .....	18
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .....	18
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) .....	19
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем .....	20
10.1. Активные и интерактивные формы обучения .....	21
10.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем .....	21
11. Материально-техническое обеспечение дисциплины .....	22

# **1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

## **1.1. Цели и задачи дисциплины**

**Цель изучения дисциплины:** изучение основ современной теории инженерного эксперимента, методов его планирования, реализации на практике, математической обработки опытных данных и анализа результатов активного эксперимента; приобретение способности магистрантом самостоятельно выполнять экспериментальные исследования в лабораторных и промышленных условиях.

### **Задачи изучения дисциплины:**

- сформировать представление о правильной организации активного эксперимента при проведении научно-исследовательских работ, позволяющего получить математические модели изучаемых технологических процессов, на их основе осуществить оптимизацию соответствующих конструктивных и режимных параметров;
- научить магистранта умению использовать теоретические положения и современные методы планирования и обработки активного эксперимента при проведении научных исследований и инженерном анализе.

## **1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля), и перечень планируемых результатов обучения**

В результате освоения дисциплины студент должен владеть следующими компетенциями:

### ***общепрофессиональные компетенции (ОПК):***

- способностью формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки (ОПК-1);

### ***профессиональные компетенции (ПК):***

- способностью использовать методы инженерных расчетов при принятии инженерных и управленческих решений (ПК-1);
- способностью применять современные теоретические и экспериментальные методы для разработки физических, математических и экономико-математических моделей исследуемых объектов и процессов, относящихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки (ПК-18);
- способностью к организации и проведению теоретических и экспериментальных исследований и компьютерного моделирования с использованием современных методов планирования эксперимента и средств вычислительной техники (ПК-20);

- готовностью применять аналитические и численные методы решения поставленных организационно-управленческих задач, способностью использовать программно-целевые методы для решения этих задач на основе оценки затрат и результатов деятельности (ПК-24).

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:**

- основные понятия и принципы планирования экспериментов;
- критерии оптимальности;
- разновидности и правила построения планов эксперимента;
- методы расчета параметров математической модели объекта исследований, оценку их значимости, а также адекватности полученной модели;
- методы поиска оптимальных условий и экстремума функции отклика.

**уметь:**

- реализовывать математические методы планирования экспериментов;
- осуществлять статистическую обработку результатов опытов (оценка воспроизводимости опытов, значимость коэффициентов регрессии, оценка адекватности математической модели);
- осуществлять оптимизацию эксперимента.

**владеть:**

- дисперсионным анализом;
- регрессионным анализом;
- корреляционным анализом;
- методами оптимизации эксперимента;
- способностью применения полученных теоретических знаний и практических навыков при проведении экспериментальных исследований.

## **2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Блок ОПОП: **Б1. Дисциплины (модули)**

Часть блока: **Б1.Б. Базовая часть**

Шифр дисциплины: **Б1.Б.05**

Освоение дисциплины «Аналитические и численные методы в планировании экспериментов и инженерном анализе» базируется на таких предшествующей (обеспечивающих) и сопутствующих дисциплинах подготовки магистра, как: «Основы научных исследований»; «Регламентация активной и пассивной безопасности автотранспортных систем».

Дисциплины, для которых освоение дисциплины «Аналитические и численные методы в планировании экспериментов и инженерном анализе» необходимо как предшествующее: «Математическое моделирование сложных систем»; «Методы оценки транспортно-эксплуатационных качеств дорог и улиц»; «Научно-исследовательская работа».

Основные положения дисциплины в дальнейшем могут быть использованы при выполнении выпускной квалификационной работы.

**3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

**Объем дисциплины и виды учебной работы**

№ п/п	Вид учебной работы	Распределение часов по формам обуч.			
		Очная		Заочная	
		Курс/семестр		Курс	
		1/2		1	
1.	Контактная работа	36,35		18,35	
	в т. ч.: - лекции	6		2	
	- лабораторные занятия	-		-	
	- практические занятия	26		12	
	- ИКР	2		2	
	- КрЭС	2,35		2,35	
	Курсовая работа – КР (проект – КП)	-		-	
2.	Самостоятельная работа (СРС)	74		119	
3.	Подготовка к экзамену, зачету, зачету с оценкой (контроль)	33,65		6,65	
4.	Вид промежуточной аттестации (экзамен, зачет, зачет с оценкой)	экзамен		экзамен	
5.	Контрольные работы, рефераты	реферат		реферат	
6.	Общая трудоемкость:	часов	144	144	
		зачетных единиц	4	4	

**4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий**

**4.1. Содержание лекционного курса дисциплины по модулям**

№ п/п	Тема и план лекции	Количество часов		Литература из списка	Формируемые компетенции
		очная форма обучен.	заочная форма обучен.		
1.	ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА. ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ:	2*	0,5	1,2,3,4	ОПК-1, ПК-1, ПК-18, ПК-20, ПК-24
1.1.	Понятие эксперимента	0,2	0,1		
1.2.	Классификация видов экспериментальных исследований	0,6	0,1		

№ п/п	Тема и план лекции	Количество часов		Литература из списка	Формируемые компетенции
		очная форма обучен.	заочная форма обучен.		
1.3.	Случайные величины и параметры их распределений	-	-		
1.4.	Нормальный закон распределения	-	-		
1.5.	Вычисление параметров эмпирических распределений. Точечное оценивание	-	-		
1.6.	Оценивание с помощью доверительного интервала	-	-		
1.7.	Построение доверительного интервала для математического ожидания	-	-		
1.8.	Построение доверительного интервала для дисперсии	-	-		
1.9.	Определение необходимого количества опытов при построении интервальной оценки для математического ожидания	-	-		
1.10.	Статистические гипотезы	0,4	0,1		
1.11.	Отсев грубых погрешностей	0,4	0,1		
1.12.	Критерий Н. В. Смирнова	-	-		
1.13.	Критерий Диксона	-	-		
1.14.	Сравнение двух рядов наблюдений	-	-		
1.15.	Сравнение двух дисперсий	-	-		
1.16.	Проверка однородности нескольких дисперсий	-	-		
1.17.	Проверка гипотез о числовых значениях математических ожиданий	-	-		
1.18.	Критерии согласия. Проверка гипотез о виде функции распределения	0,4	0,1		
1.19.	Преобразование распределений к нормальному	-	-		
2.	АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА. ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТЕЙ РЕЗУЛЬТАТОВ НАБЛЮДЕНИЙ:	2*	0,5	1,2,3,4	ОПК-1, ПК-1, ПК-18, ПК-20, ПК-24
2.1.	Характеристика видов связей между рядами наблюдений	-	-		
2.2.	Коэффициенты уравнения регрессии	0,4	0,1		
2.3.	Определение тесноты связи между случайными величинами	-	-		
2.4.	Линейная регрессия от одного фактора	0,4	0,1		
2.5.	Регрессионный анализ	-	-		
2.6.	Проверка адекватности модели	-	-		
2.7.	Проверка значимости коэффициентов уравнения регрессии	-	-		
2.8.	Линейная множественная регрессия	0,4	0,1		
2.9.	Нелинейная регрессия	-	-		
2.10.	Оценка погрешностей определения величин функций	0,4	0,1		

№ п/п	Тема и план лекции	Количество часов		Литература из списка	Формируемые компетенции
		очная форма обучен.	заочная форма обучен.		
2.11.	Обратная задача теории экспериментальных погрешностей	-	-		
2.12.	Определение наивыгоднейших условий эксперимента	0,4	0,1		
3.	МЕТОДЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ:	2*	1	1,2,3,4	ОПК-1, ПК-1, ПК-18, ПК-20, ПК-24
3.1.	Основные определения и понятия теории планирования экспериментов	0,2	0,1		
3.2.	Пример хорошего и плохого эксперимента	-	-		
3.3.	Планирование первого порядка	-	-		
3.4.	Выбор основных факторов и их уровней	0,3	0,1		
3.5.	Планирование эксперимента	0,5	0,3		
3.6.	Определение коэффициентов уравнения регрессии	-	-		
3.7.	Статистический анализ результатов эксперимента	-	-		
3.8.	Дробный факторный эксперимент	0,5	0,3		
3.9.	Планы второго порядка	0,5	0,2		
3.10.	Ортогональные планы второго порядка	-	-		
3.11.	Рототабельные планы второго порядка	-	-		
3.12.	Планирование экспериментов при поиске оптимальных условий	-	-		
3.13.	Метод покоординатной оптимизации	-	-		
3.14.	Метод крутого восхождения	-	-		
3.15.	Симплексный метод планирования	-	-		
	<b>ИТОГО:</b>	<b>6</b>	<b>4</b>		

\* Занятия, проводимые в интерактивной форме (слайд-презентация)

## 4.2. Содержание практических занятий

№ п/п	Наименование темы практических занятий	Количество часов		Формируемые компетенции
		очная форма обучения	заочная форма обучения	
<b>1.</b>	<b>ПОЛНЫЙ ФАКТОРНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	ОПК-1, ПК-1, ПК-18, ПК-20, ПК-24
1.1.	Полный факторный эксперимент (ПФЭ). Общая информация	2	1	
1.2.	Стандартизация масштаба факторов	2	1	
1.3.	Составление матрицы планирования ПФЭ	2	1	
1.4.	Порядок постановки ПФЭ	2	1	



№ п/п	Наименование темы практических занятий	Количество часов		Формируемые компетенции
		очная форма обучения	заочная форма обучения	
1.5.	Проверка воспроизводимости опытов (однородности дисперсий)	2	1	
1.6.	Расчет оценок коэффициентов регрессионного уравнения	2	1	
1.7.	Проверка значимости коэффициентов регрессии	2	1	
1.8.	Проверка адекватности полученных математических моделей	2	0,5	
1.9.	Переход к физическим переменным	2	0,5	
<b>2.</b>	<b>ДРОБНЫЙ ФАКТОРНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	ОПК-1, ПК-1, ПК-18, ПК-20, ПК-24
2.1.	Дробный факторный эксперимент (ДФЭ). Общая информация	2	1	
2.2.	Составление матрицы планирования ДФЭ	2	1	
2.3.	Определение смешанности оценок коэффициентов	2	1	
2.4.	Порядок постановки ДФЭ	2	1	
	<b>ИТОГО:</b>	<b>26</b>	<b>12</b>	

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

Выполнение лабораторных работ по дисциплине «Аналитические и численные методы в планировании экспериментов и инженерном анализе» учебным планом подготовки магистров по направлению подготовки 23.04.01 – «Технология транспортных процессов» не предусмотрено.

## 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

### 5.1. Виды и объем самостоятельной работы

Вид самостоятельной работы	Объем в часах по формам обучения		Форма контроля	Формируемые компетенции
	очная	заочная		
1. Самостоятельное изучение отдельных тем (вопросов)	38	83	Конспекты	ОПК-1, ПК-1, ПК-18, ПК-20, ПК-24
2. Подготовка рефератов по индивидуальным заданиям	16	16	Реферат	ОПК-1, ПК-1, ПК-18, ПК-20, ПК-24
3. Подготовка докладов на студенческую научную конференцию (СНК)	20	20	Доклад на СНК	ОПК-1, ПК-1, ПК-18, ПК-20, ПК-24
<b>Общий объем:</b>	<b>74</b>	<b>119</b>		ОПК-1, ПК-1, ПК-18, ПК-20, ПК-24

## 5.2. Задания для самостоятельной работы

№ п/п	Наименование тем	Теоретические вопросы и другие виды заданий по самостоятельной работе	Формируемые компетенции	Контроль выполнения работ
1.	ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА. ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ:	1.3. Случайные величины и параметры их распределений	ОПК-1, ПК-1, ПК-18, ПК-20, ПК-24	Конспекты
		1.4. Нормальный закон распределения		
		1.5. Вычисление параметров эмпирических распределений. Точечное оценивание		
		1.6. Оценивание с помощью доверительного интервала		
		1.7. Построение доверительного интервала для математического ожидания		
		1.8. Построение доверительного интервала для дисперсии		
		1.9. Определение необходимого количества опытов при построении интервальной оценки для математического ожидания		
		1.12. Критерий Н. В. Смирнова		
		1.13. Критерий Диксона		
		1.14. Сравнение двух рядов наблюдений		
		1.15. Сравнение двух дисперсий		
		1.16. Проверка однородности нескольких дисперсий		
		1.17. Проверка гипотез о числовых значениях математических ожиданий		
		1.19. Преобразование распределений к нормальному		
2.	АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА. ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТЕЙ РЕЗУЛЬТАТОВ НАБЛЮДЕНИЙ:	2.1. Характеристика видов связей между рядами наблюдений	ОПК-1, ПК-1, ПК-18, ПК-20, ПК-24	Конспекты
		2.3. Определение тесноты связи между случайными величинами		
		2.5. Регрессионный анализ		
		2.6. Проверка адекватности модели		
		2.7. Проверка значимости коэффициентов уравнения регрессии		
		2.9. Нелинейная регрессия		
		2.11. Обратная задача теории экспериментальных погрешностей		
3.	МЕТОДЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ:	3.2. Пример хорошего и плохого эксперимента	ОПК-1, ПК-1, ПК-18, ПК-20, ПК-24	Конспекты
		3.3. Планирование первого порядка		
		3.6. Определение коэффициентов		

№ п/п	Наименование тем	Теоретические вопросы и другие виды заданий по самостоятельной работе	Формируемые компетенции	Контроль выполнения работ
		уравнения регрессии		
		3.7. Статистический анализ результатов эксперимента		
		3.10. Ортогональные планы второго порядка		
		3.11. Рототабельные планы второго порядка		
		3.12. Планирование экспериментов при поиске оптимальных условий		
		3.13. Метод покоординатной оптимизации		
		3.14. Метод крутого восхождения		
		3.15. Симплексный метод планирования		

### 5.3. Тематика рефератов, докладов, контрольных работ

Для написания рефератов по дисциплине и выступления с докладами на итоговой предметной конференции предлагается следующая тематика:

1. Нормальный закон распределения
2. Вычисление параметров эмпирических распределений. Точечное оценивание
3. Построение доверительного интервала для математического ожидания
4. Построение доверительного интервала для дисперсии
5. Статистические гипотезы
6. Проверка однородности нескольких дисперсий
7. Проверка гипотез о числовых значениях математических ожиданий
8. Критерии согласия. Проверка гипотез о виде функции распределения
9. Коэффициенты уравнения регрессии
10. Линейная регрессия от одного фактора
11. Регрессионный анализ
12. Проверка адекватности модели
13. Проверка значимости коэффициентов уравнения регрессии
14. Линейная множественная регрессия. Нелинейная регрессия
15. Оценка погрешностей определения величин функций. Обратная задача теории экспериментальных погрешностей
16. Определение наивыгоднейших условий эксперимента
17. Планирование первого порядка. Выбор основных факторов и их уровней
18. Планирование полного факторного эксперимента. Определение коэффициентов уравнения регрессии
19. Статистический анализ результатов эксперимента
20. Планирование дробного факторного эксперимента

21. Ортогональные планы второго порядка
22. Рототабельные планы второго порядка
23. Планирование экспериментов при поиске оптимальных условий

Выполнение контрольных работ по дисциплине «Аналитические и численные методы в планировании экспериментов и инженерном анализе» учебным планом подготовки магистров по направлению подготовки 23.04.01 – «Технология транспортных процессов» не предусмотрено.

#### **5.4. Тематика курсовых работ (проектов)**

Выполнение курсовых работ (проектов) по дисциплине «Аналитические и численные методы в планировании экспериментов и инженерном анализе» учебным планом подготовки магистров по направлению подготовки 23.04.01 – «Технология транспортных процессов» не предусмотрено.

#### **5.5. Перечень учебно-методической литературы для самостоятельной работы по дисциплине**

Для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине рекомендуется следующая учебно-методическая литература:

1. Гордеев, А. С. Моделирование в агроинженерии : учебник для вузов / А. С. Гордеев. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб. : Лань, 2014. – 384 с.
2. Грановский, В. А. Методы обработки экспериментальных данных при измерениях / В. А. Грановский, Т. Н. Сирая. – Л. : Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1990. – 287 с.
3. Рыжков, И. Б. Основы научных исследований и изобретательства : учебное пособие / И. Б. Рыжков. – 2-е изд., стер. – СПб. : Лань, 2013. – 224 с.
4. Тавасиев, Р. М. Методика и визуализация расчета многофакторного эксперимента : учебно-методическое пособие / Р. М. Тавасиев, Л. Д. Ходова, Э. К. Качмазова. – Владикавказ : ФГОУ ВПО «Горский госагроуниверситет», 2009. – 36 с.

#### **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Для осуществления текущего контроля усвоения дисциплины используются следующие формы контроля:

- по лекциям – коллоквиум;
- по практическим занятиям – выполнение заданий, опрос.

Промежуточная аттестация по итогам усвоения дисциплины в целом включает экзамен. Экзамен проводится в устной форме, включая подготовку ответа студента на вопросы экзаменационного билета. К экзамену допускаются студенты, выполнившие и защитившие все задания по практическим

занятиям, то есть студенты, полностью выполнившие учебный план дисциплины.

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

№ п/п	Разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции (или ее части)	Оценочные средства
1.	Теоретические основы планирования эксперимента. Предварительная обработка экспериментальных данных	ОПК-1; ПК-1; ПК-18; ПК-20; ПК-24	билеты
2.	Анализ результатов эксперимента. Оценка погрешностей результатов наблюдений	ПК-1; ПК-18; ПК-20; ПК-24	билеты
3.	Методы планирования экспериментов	ПК-1; ПК-18; ПК-20; ПК-24	билеты

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

#### *Описание показателей оценивания компетенций на различных этапах их формирования*

№ п/п	Индекс компетенции	Уровни сформированности компетенции		
		Пороговый	Достаточный	Повышенный
1.	ОПК-1	<b>знать</b> цели и задачи исследования;	<b>знать</b> цели и задачи исследования; <b>уметь</b> формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки;	<b>знать</b> цели и задачи исследования; <b>уметь</b> формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач; <b>владеть</b> навыками выбора и создания критерий оценки исследования.
2.	ПК-1	<b>знать</b> методы инженерных расчетов, необходимые при принятии инженерных и управленческих решений;	<b>знать</b> методы инженерных расчетов, необходимые при принятии инженерных и управленческих решений; <b>уметь</b> правильно вести инженерные расчеты при принятии инженерных и управленческих решений;	<b>знать</b> методы инженерных расчетов, необходимые при принятии инженерных и управленческих решений; <b>уметь</b> правильно вести инженерные расчеты при принятии инженерных и управленческих решений; <b>владеть</b> навыками принятия инженерных и управленческих решений.

№ п/п	Индекс компетенции	Уровни сформированности компетенции		
		Пороговый	Достаточный	Повышенный
3.	ПК-18	<b>знать</b> современные теоретические и экспериментальные методы для разработки физических, математических и экономико-математических моделей производственных процессов;	<b>знать</b> современные теоретические и экспериментальные методы для разработки физических, математических и экономико-математических моделей производственных процессов; <b>уметь</b> применять современные теоретические и экспериментальные методы планирования экспериментов в профессиональной деятельности;	<b>знать</b> современные теоретические и экспериментальные методы для разработки физических, математических и экономико-математических моделей производственных процессов; <b>уметь</b> применять современные теоретические и экспериментальные методы планирования экспериментов в профессиональной деятельности; <b>владеть</b> навыками разработки физических, математических и экономико-математических моделей объектов и процессов в профессиональной деятельности.
4.	ПК-20	<b>знать</b> современные методы планирования эксперимента и средства вычислительной техники;	<b>знать</b> современные методы планирования эксперимента и средства вычислительной техники; <b>уметь</b> использовать современные методы планирования эксперимента при проведении теоретических и экспериментальных исследований;	<b>знать</b> современные методы планирования эксперимента и средства вычислительной техники; <b>уметь</b> использовать современные методы планирования эксперимента при проведении теоретических и экспериментальных исследований; <b>владеть</b> навыками организации и проведения теоретических и экспериментальных исследований и компьютерного моделирования.
5.	ПК-24	<b>знать</b> аналитические и численные методы решения поставленных организационно-управленческих задач;	<b>знать</b> аналитические и численные методы решения поставленных организационно-управленческих задач; <b>уметь</b> использовать программно-целевые методы для решения организационно-управленческих задач на основе оценки затрат и результатов деятельности;	<b>знать</b> аналитические и численные методы решения поставленных организационно-управленческих задач; <b>уметь</b> использовать программно-целевые методы для решения организационно-управленческих задач на основе оценки затрат и результатов деятельности; <b>владеть</b> навыками решения организационно-управленческих задач и способностью использовать программно-целевые методы для решения этих задач на основе оценки затрат и результатов деятельности.

### **Описание шкалы оценивания**

№ п/п	Оценка	Требования к знаниям
1.	«отлично»	Компетенции освоены полностью
2.	«хорошо»	Компетенции в основном освоены
3.	«удовлетворительно»	Компетенции освоены частично
4.	«неудовлетворительно»	Компетенции не освоены

### **6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

#### **6.3.1. Вопросы для текущего контроля по дисциплине**

1. Понятие эксперимента
2. Классификация видов экспериментальных исследований
3. Случайные величины и параметры их распределений
4. Нормальный закон распределения
5. Вычисление параметров эмпирических распределений. Точечное оценивание
6. Оценивание с помощью доверительного интервала
7. Построение доверительного интервала для математического ожидания
8. Построение доверительного интервала для дисперсии
9. Определение необходимого количества опытов при построении интервальной оценки для математического ожидания
10. Статистические гипотезы
11. Отсев грубых погрешностей
12. Критерий Н. В. Смирнова
13. Критерий Диксона
14. Сравнение двух рядов наблюдений
15. Сравнение двух дисперсий
16. Проверка однородности нескольких дисперсий
17. Проверка гипотез о числовых значениях математических ожиданий
18. Критерии согласия. Проверка гипотез о виде функции распределения
19. Преобразование распределений к нормальному
20. Характеристика видов связей между рядами наблюдений
21. Коэффициенты уравнения регрессии
22. Определение тесноты связи между случайными величинами
23. Линейная регрессия от одного фактора
24. Регрессионный анализ
25. Проверка адекватности модели

26. Проверка значимости коэффициентов уравнения регрессии
27. Линейная множественная регрессия
28. Нелинейная регрессия
29. Оценка погрешностей определения величин функций
30. Обратная задача теории экспериментальных погрешностей
31. Определение наивыгоднейших условий эксперимента
32. Основные определения и понятия теории планирования экспериментов
33. Пример хорошего и плохого эксперимента
34. Планирование первого порядка
35. Выбор основных факторов и их уровней
36. Планирование эксперимента
37. Определение коэффициентов уравнения регрессии
38. Статистический анализ результатов эксперимента
39. Дробный факторный эксперимент
40. Планы второго порядка
41. Ортогональные планы второго порядка
42. Рототабельные планы второго порядка
43. Планирование экспериментов при поиске оптимальных условий
44. Метод покоординатной оптимизации
45. Метод крутого восхождения
46. Симплексный метод планирования

### 6.3.2. Экзаменационные билеты для промежуточного контроля знаний студентов (пример билета)

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ГОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»	
Кафедра: <u>Транспортные машины и технология транспортных процессов</u>	
Направление подготовки: <b>23.04.01 – Технология транспортных процессов</b>	
<b>«Утверждаю»</b> Курс – 1. Семестр – 1	
Зав. кафедрой, к.т.н., доцент Гутиев Э. К.	Предмет: <b>Аналитические и численные методы в планировании экспериментов и в инженерном анализе</b>
<b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1</b>	
1. Понятие эксперимента 2. Регрессионный анализ 3. Планирование эксперимента	
Составитель: доцент _____ Плиев С. Х.	



## **6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

### **6.4.1. Методика оценки знаний студентов по результатам промежуточной аттестации**

Знания, умения, навыки обучающегося на экзамене оцениваются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «не удовлетворительно».

#### ***Оценивание обучающегося на экзамене***

Оценка экзамена	Требования к знаниям
«отлично» (компетенции освоены полностью)	Обучающийся глубоко и прочно освоил 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, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
«хорошо» (компетенции в основном освоены)	Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу его излагает, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
«удовлетворительно» (компетенции освоены частично)	Обучающийся имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
«не удовлетворительно» (компетенции не освоены)	Обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.

#### ***Порядок передачи и отработки контрольных мероприятий***

При неявке студента на текущий или промежуточный контроль в установленный срок ему выставляется «не явился».

Для студентов, пропустивших контрольные мероприятия по уважительной причине, подтвержденной документально, и имеющих направление деканата, кафедрой устанавливаются дополнительные дни для отчетности.

Передача промежуточного контрольного мероприятия в течение семестра в случае неявки на него без уважительной причины или с целью повышения количества баллов проводится с разрешения декана.

Пересдача экзамена студентом, получившим неудовлетворительную оценку (при общем числе задолженностей за семестр не более 2-х), организуется в последние три дня экзаменационной сессии, а также в течение дополнительной сессии в начале нового семестра, сроки проведения которой устанавливает декан. Кафедра допускает студента к повторному экзамену только по направлению декана факультета.

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

### ***а) основная литература***

1. Гордеев, А. С. Моделирование в агроинженерии : учебник для вузов / А. С. Гордеев. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб. : Лань, 2014. – 384 с.

### ***б) дополнительная литература***

1. Грановский, В. А. Методы обработки экспериментальных данных при измерениях / В. А. Грановский, Т. Н. Сирая. – Л. : Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1990. – 287 с.
2. Рыжков, И. Б. Основы научных исследований и изобретательства : учебное пособие / И. Б. Рыжков. – 2-е изд., стер. – СПб. : Лань, 2013. – 224 с.

### ***в) периодические издания***

1. Автомобилестроение.
2. Автомобилестроение за рубежом.
3. Автомобиль и сервис.
4. Автомобильная промышленность.
5. Автомобильный транспорт.
6. Двигателестроение.
7. За рулем.
8. Тракторы и сельхозмашины.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. Автоматизированная справочная система «Сельхозтехника», <http://www.agrobase.ru>, Договор № 1015/17 от 29.12.2017 г. сроком действия 29.12.2017 г. – 29.12.2018 г.
2. Доступ к электронным информационным ресурсам ГНУ ЦНСХБ, <http://www.cnsbh.ru>, договор № 3-УТ/2018 от 30.01.2018 г. сроком действия 30.01.2018 г. – 30.01.2019 г.
3. Многофункциональная система «Информо», <http://wuz.informio.ru>, договор № ЧЮ 28 от 21.02.2018 г. сроком действия 21.02.2018 г. – 21.02.2019 г.
4. Национальная электронная библиотека (НЭБ), <http://нэб.рф.viewers>, договор № 101/нэб/1712 от 03.10.2016 г. сроком действия от 03.10.2016 г., (автоматически лонгируется).

5. Оказание информационных услуг на основе БНД ВИНТИ РАН, <http://www.viniti.ru>, Договор № 43 от 22.09.2015 г. сроком действия 22.09.2015 г. – 22.09.2018 г.
6. Система автоматизации библиотек ИРБИС64, портал технической поддержки <http://support.open4u.ru>, договор № А-4490 от 25.02.2016 г., договор № А-4489 от 25.02.2016 г. сроком действия от 25.02.2016 г. бессрочно.
7. Электронная библиотечная система ВООК.ru, <http://www.book.ru>, договор № 18492094 от 21.06.2018 г. сроком действия 21.06.2018 г. – 21.08.2019 г.
8. Электронная библиотечная система (ЭБС) издательства «ИНФРА-М», <http://znanium.com>, договор № 3112 от 07.05.2018 г. сроком действия 07.05.2018 г. – 15.09.2019 г.
9. Электронная библиотечная система (ЭБС) издательства «Лань», [www.e.lanbook.ru](http://www.e.lanbook.ru), договор № 34-400/17 от 01.11.2017 г. сроком действия 01.11.2017 г. – 01.11.2018 г.
10. Электронная библиотечная система «ЮРАЙТ», <http://www.biblio-online.ru>, договор № 379 от 25.08.2017 г. сроком действия 25.08.2017 г. – 28.08.2018 г.

### **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

При изучении дисциплины «Аналитические и численные методы в планировании экспериментов и инженерном анализе» студент должен соблюдать следующие правила:

- не опаздывать на занятия (два опоздания на занятия приравниваются к одному пропуску);
- не пропускать занятия без уважительной причины, в случае болезни представить справку, в других случаях – объяснительную записку;
- активно участвовать в учебном процессе;
- быть терпимым, открытым, откровенным и доброжелательным к курсникам и преподавателю.

При чтении лекций обязательно составлять конспект, в котором записываются основные положения и выводы.

Повторение темы и отработка пропущенных занятий обязательна. В случае не отработки более трех занятий по неуважительной причине студент не допускается к дальнейшему прохождению учебного курса.

Степень усвоения отдельных модулей (разделов) курса проверяется путем устного опроса.

К выполнению практических работ допускаются студенты, усвоившие соответствующий теоретический курс. При выполнении практических работ студент должен руководствоваться методическими указаниями по их выполнению.

К итоговому экзамену по дисциплине допускаются студенты, получившие аттестации на всех рубежных точках, выполнившие практические работы.

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

В соответствии с требованиями ФГОС ВО для реализации компетентного подхода при изучении дисциплины «Аналитические и численные методы в планировании экспериментов и инженерном анализе» применяются такие виды учебной работы, как: лекции; практические занятия; самостоятельная работа. При этом используются следующие образовательные технологии, предусматривающие широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий: метод проблемного изложения материала; информационные технологии; проблемно-поисковая деятельность.

Применение указанных образовательных технологий позволяет обеспечить удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования, не менее 40 % аудиторных занятий.

*Лекция* – традиционная форма организации учебной работы, несущая большую содержательную, информационную нагрузку. На лекционном занятии преподаватель обозначает основные вопросы темы и далее подробно их излагает, давая теоретическое обоснование определенных положений, а также используя иллюстративный материал. Преподаватель может дать иллюстративный материал (схемы, графики, рисунки и др.) на доске, предложив слушателям занести все это в конспект. Преподаватель должен использовать мультимедийную технику для демонстрации основных определений, понятий, внешнего вида и внутреннего устройства ДВС и его основных узлов и агрегатов, расчетных схем, графиков и т. д. Преподаватель должен общаться с аудиторией вовлекая слушателей в диалог, соблюдая, однако, определенную меру и не превращая лекцию в семинар.

Степень усвоения теоретического материала отдельных модулей (разделов) курса при текущем контроле успеваемости проверяется посредством проведения коллоквиума.

*Практические занятия* способствуют активному усвоению теоретического материала, на этих занятиях студенты учатся применять изученные зависимости и методики расчета рабочих процессов двигателя для решения конкретных практических задач. На практических занятиях студенты под руководством преподавателя выполняют расчеты по наиболее важным темам курса. Возникающие затруднения и неопределенности, а также пути их преодоления обсуждаются всеми студентами коллективно.

Степень усвоения изученного материала при текущем контроле успеваемости проверяется путем устного опроса.

*Самостоятельная работа студентов.* Все разделы дисциплины с разной степенью углубленности изучения должны рассматриваться на лекцион-



3. Microsoft Office Visio 2010
4. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам», доступ с любого ПК, имеющего доступ к Internet (<http://window.edu.ru>).
5. Пакет программ для создания тестов, проведения тестирования и обработки его результатов «Sun Rav Test Office Pro 5»
6. ABBYY Fine Reader 9.
7. Векторный графический редактор Corel Draw X4
8. Растровый графический редактор Adobe Photoshop CS4
9. Система автоматизированного проектирования AutoDesk AutoCad – 2012, Education Product Standalone
10. Пакет для анализа многомерных данных Matlab Simulink Academic
11. Система автоматизированного проектирования Компас-3D V13.
12. Автоматизированная справочная система «Сельхозтехника», <http://www.agrobase.ru>, Договор № 1015/17 от 29.12.2017 г. сроком действия 29.12.2017 г. – 29.12.2018 г.
13. База данных Федерального государственного бюджетного учреждения науки Всероссийский институт научной и технической информации Российской академии наук (ВИНИТИ РАН), <http://www.viniti.ru>, договор № 43 от 22.09.2015 г. сроком действия 22.09.2015 г. – 22.09.2018 г.
14. Доступ к электронным информационным ресурсам ГНУ ЦНСХБ, <http://www.cnsxb.ru>, договор № 3-УТ/2018 от 30.01.2018 г. сроком действия 30.01.2018 г. – 30.01.2019 г.

## **11. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

В учебном процессе для освоения дисциплины используются следующие технические средства:


- на лекциях и практических занятиях, для самоподготовки и самоконтроля, для обеспечения студентов методическими рекомендациями в электронной форме – компьютерное и мультимедийное оборудование, интерактивная доска;

В распоряжении кафедры имеются:


- лекционная аудитория на 70 рабочих мест;
- компьютерный класс на 10 рабочих мест;
- аудитория для практических занятий на 30 рабочих мест.


Программа дисциплины «Аналитические и численные методы в планировании экспериментов и инженерном анализе» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, Приказ Министерства образования и науки РФ от 30 марта 2015 г. № 301, с учетом рекомендаций ОПОП ВО по направлению подготовки магистра 23.04.01 – Технология транспортных процессов.

Автор: к. т. н., доцент  / Плиев Сослан Хазбиевич /  
(подпись) (фамилия, имя, отчество)

Программа одобрена на заседании кафедры «Транспортные машины и технология транспортных процессов» «19» 02 2018 г., протокол № 7 .  
Зав. кафедрой, доцент  / Гутиев Эльбрус Казбекович /  
(подпись) (фамилия, имя, отчество)

Рассмотрена и одобрена методическим советом автомобильного факультета «26» 02 2018 г., протокол № 3 .

Председатель методического совета автомобильного факультета, профессор  
 / Плиев Владимир Харитонович /  
(подпись) (фамилия, имя, отчество)

Декан автомобильного факультета, профессор  
 / Льянов Марат Савкузович /  
(подпись) (фамилия, имя, отчество)  
«26» 02 2018 г.