

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ
(СамГУПС)

УТВЕРЖДЕНА:

решением Учёного совета СамГУПС
протокол №27 от 22.02.17г.
в составе основной профессиональной
образовательной программы

АКТУАЛИЗИРОВАНА:

решением Учёного совета СамГУПС
протокол Учёного совета СамГУПС № 39 от 05.03.18г.
решением Учёного совета СамГУПС
протокол Учёного совета СамГУПС №50 от 27.03.19г.
решением Учёного совета СамГУПС
протокол Учёного совета СамГУПС №59 от 25.02.20г.
решением Учёного совета СамГУПС
протокол Учёного совета СамГУПС № от г.

Планирование и организация эксперимента (ПОЭ) **рабочая программа дисциплины (модуля)**

Кафедра	Мехатроника, автоматизация и управление на транспорте
Направление подготовки	09.03.01 Информатика и вычислительная техника
Направленность (профиль)	
Квалификация	бакалавр
Форма обучения	очная
Объем дисциплины	3 ЗЕТ

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Цели освоения дисциплины (модуля)

моделирование условий оптимального эксперимента с использованием регрессионных моделей, созданных по ортогональным, неортогональным и ротабельным планам.

1.2 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

ДПК-3 способностью разрабатывать методы моделирования информационных процессов на основе ЭВМ, интерфейсы "человек-электронно-вычислительная машина"

Знать:

Уровень 1 (базовый)	Анализ структур многомерных вероятностных пространств и их функциональной связи с В-пространствами вещественных данных. Функциональную связь наблюдений, значений измеримой функции случайной величины и вероятностных исходов. Свойства дисперсионных распределений для формирования ортогональных систем компонентного анализа
Уровень 2 (продвинутый)	Теория абсолютных средних и сходимости на измеримых множествах (мера Лебега), непрерывных функций (интегрирование по Стильтесу); весовая аппроксимация вырожденной меры (интегрирование по Риману).
Уровень 3 (высокий)	Линейные и фазовые пространства методов линейной и адаптивной фильтрации. Методы критериальной оценки лучшей выбранной регрессионной части модели, линейной относительно параметров. Способы учета вариационной части выборочной дисперсии отклика при расчете дисперсионных матриц параметров.

Уметь:

Уровень 1 (базовый)	Составлять регрессионную часть систем линейных уравнений, нормировать выход, определять информационную и дисперсионные параметров. Производить оценивание параметров в условиях стационарных помех
Уровень 2 (продвинутый)	Применять методы взвешенного и расширенного МНК в оценке параметров в условиях нестационарных помех; использовать эквивалентные по свойствам критерии качества функционалов на основе дисперсий параметров, отклика для выбора лучших в плане оптимальности оценок моделей.
Уровень 3 (высокий)	Моделировать схемы решателей математических приемов оптимальной настройки параметров; приемы извлечения информации на основании моделирования невязок и аддитивных помех для получения состоятельных оценок динамических систем

ДПК-4 способностью применять методы математики, физики, теории управления, теории и технологии программирования, используя основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности

Знать:

Уровень 1 (базовый)	Классические основы в исследовании той или иной задачи; популярность, необходимость модификации или регресс методов в исследуемой области (направления) по данным научного обзора
Уровень 2 (продвинутый)	Примеры удачного решения той или иной трудноформализуемой проблемы, популяризирующих определенные методы организации данного решения; организацию получения знаний и навыков в собственном познании лучших подходов и практики данного решения.
Уровень 3 (высокий)	Теоретические и практические основы улучшения существующих результатов приобретения и формализации знаний; концептуальные отличия достигнутого фактического результата и заявляемого с возможной целью его рекламной популяризации.

Уметь:

Уровень 1 (базовый)	Сформулировать перспективность того или иного математического метода с планированием действий по его осуществлению в конкретной предметной области
Уровень 2 (продвинутый)	Подготовить план модификации программных и аппаратных ресурсов с целью повышения уровня оптимальной скорости получения и интерпретации результата обработки измерений; составить тестовую модель оценки проведенной модификации для выявления необходимых действий в достижении наилучшей оптимизации производимых действий

	Раздел 2 . Матрицы факторных экспериментов.							
2.1	эффекты и эффекты взаимодействия. Матрица факторного эксперимента и матрица планирования. Дробный факторный эксперимент. Смешанные, несмешанные линейные эффекты; генерирующие соотношения и определяющие контрасты. Свойства матриц полного и дробного факторных экспериментов	Лек	6	2	ДПК-3 ДПК-4	Л2.1, Л2.2	3	дискуссия
2.2	Факторные матрицы и матрицы плана. Линейные и совместные эффекты, условия ортогональности	Лаб	6	4	ДПК-3 ДПК-4	Л2.1, Л2.2М1		
2.3	Решение экстремумов порядка 0 и 1. Решение экстремумов порядка 2. Оценивание формулой МНК при случайном характере контролируемых переменных. Итеративное оценивание параметров при случайном характере контролируемых переменных	Лек	6	2		Л2.1, Л2.2		
2.4	Организация реализации опыта. Обработка результатов эксперимента при равномерном дублировании опытов. Обработка результатов эксперимента при неравномерном дублировании опытов. Обработка результатов эксперимента при отсутствии дублирования опытов. Крутое восхождение по поверхности отклика.	Лек	6	4	ДПК-3 ДПК-4	Л1.1, Л2.2	3	дискуссия
2.5	Полные и дробные планы. Линейные эффекты и точность модели	Лаб	6	2	ДПК-3 ДПК-4	Л2.1, Л1.1,М1		
2.6	Свойства матричных операций, актуальные в рамках курса. Регрессионный анализ и критерии оптимальности. Показатели наилучших линейных оценок	Лек	6	2	ДПК-3 ДПК-4	Л2.1, Л2.2		
	Раздел 3. Функция оценки эффективности эксперимента							

3.1	Особенности регрессионного анализа при планировании эксперимента: характеристик входных, выходных, настраиваемых переменных. Линейный регрессионный анализ с независимыми переменными. Модель невязки и шумов. Реализация оценивания на настраиваемой модели (линейный адаптивный автомат; принцип оптимизации градиентным методом) Задача регрессионного оценивания. (градиентный метод Гаусса-Ньютона; линейная фильтрация по МНК)	Лек	6	4	ДПК-3 ДПК-4	Л2.1, Л2.2	3	дискуссия
3.2	Метод крутого восхождения и аппроксимация характеристик оптимального плана	Лаб	6	2	ДПК-3 ДПК-4	Л2.1, Л2.2М1		
3.3	Следствия теоремы о лучших линейных оценках. Оценка дисперсий результатов наблюдения. Регрессионный анализ при наличии ошибок в определении контролируемых переменных. Функция оценки эффективности эксперимента	Лек	6	4	ДПК-3 ДПК-4	Л1.1, Л2.2		
	Раздел 4. Марковские оценки							
4.1	Стандартное МНК оценивание (оптимальная фильтрация: аппроксимация решения Винера в ограниченных пространствах). Матричное решение МНК; стохастический смысл числовых конструкций уравнения МНК и их определения при планировании эксперимента. Марковские оценки (обобщенный МНК). Итеративный метод оценивания (стохастические градиентные алгоритмы). Центральное композиционное планирование 2-го порядка	Лек	6	4	ДПК-3 ДПК-4	Л2.1, Л1.1		
4.2	Организация эксперимента для модели с независимыми параметрами; критерии Фишера и Стъдента; оценка адекватности модели	Лаб	6	2	ДПК-3 ДПК-4	Л2.1, Л2.2М1		
4.3	Функция потерь для регрессионных экспериментов. Непрерывный нормированный план эксперимента. D-оптимальные и эквивалентные планы. Функция выпуклых D-оптимальных планов	Лек	6	2	ДПК-3 ДПК-4	Л2.1, Л2.2		

4.4	Ортогональные планы 2-го порядка. Ротабельные планы второго порядка. Построение координатного пространства для оптимальной области полинома 2-й степени. Описание – I-го этапа. Построение координатного пространства для оптимальной области полинома 2-й степени. Описание – II-го этапа. Некомпозиционные планы 2-го порядка	Лек	6	2	ДПК-3 ДПК-4	Л2.1, Л1.1		
4.5	Ортогональные планы 2-го порядка	Лаб	6	2	ДПК-3 ДПК-4	Л1.1, Л2.1, М1		
4.6	Теорема эквивалентности характеристик планов. Общая теория итерационного алгоритма построения D-оптимального плана. Численный метод построения D-оптимального плана	Лек	6	2	ДПК-3 ДПК-4	Л2.1, Л2.2		
Раздел 5. Виды контроля в семестрах (на курсах)								
5.1	Обработка эксперимента при неравномерном дублировании опытов	Ср	6	9	ДПК-3 ДПК-4	Л2.1, Л1.1, М1		
5.2	Подготовка к лекциям	Ср	6	18	ДПК-3 ДПК-4	Л1.1, Л2.2, М1		
5.3	Подготовка к практическим занятиям.	Ср	6	18	ДПК-3 ДПК-4	Л2.1, Л2.2, М1		
5.4	Подготовка к зачету	Ср	6	9	ДПК-3 ДПК-4	Л1.1, Л2.2, М1		

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

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

Основными этапами формирования компетенций в рамках дисциплин выступает последовательное изучение содержательно связанных между собой разделов (тем учебных занятий), которые отражены в разделе 4.

Матрица оценки результатов обучения по дисциплине

Код компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели оценивания компетенций)	Оценочные средства/формы контроля		
		Тест	Лабораторные	Зачет
ДПК-3	знает	+	+	+
	умеет		+	+
	владеет	+	+	+
ДПК-4	знает	+		+
	умеет	+		+
	владеет		+	+

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

Критерии формирования оценок по зачету

«Зачтено» – обучающийся демонстрирует знание всех разделов изучаемой дисциплины: содержание базовых понятий и фундаментальных проблем; умение излагать программный материал с демонстрацией конкретных примеров. Свободное владение материалом должно характеризоваться логической ясностью и четким видением путей применения полученных знаний в практической деятельности, умением связать материал с другими отраслями знания. Также обучающийся демонстрирует знания всех разделов изучаемой дисциплины: содержание базовых понятий и фундаментальных проблем; приобрел необходимые умения и навыки, освоил вопросы практического применения полученных знаний, не допустил фактических ошибок при ответе, достаточно последовательно и логично излагает теоретический материал, допуская лишь незначительные нарушения последовательности изложения и некоторые неточности.

«Незачтено» – выставляется в том случае, когда обучающийся демонстрирует фрагментарные знания основных разделов программы изучаемого курса: его базовых понятий и фундаментальных проблем. У обучающегося слабо выражена способность к самостоятельному аналитическому мышлению, имеются затруднения в изложении материала, отсутствуют необходимые умения и навыки, допущены грубые ошибки и незнание терминологии, отказ отвечать на дополнительные вопросы, знание которых необходимо для получения положительной зачетной аттестации.

Критерии формирования оценок по выполнению лабораторных работ

«Зачтено» – ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов в соответствии с заданием, выданным для выполнения лабораторной работы. Обучающийся полностью владеет информацией о целях и задачах работы; выполняет алгоритм решения поставленной задачи; получает и протоколирует результат; оформляет отчет по выполненной работе согласно требованиям; отвечает на контрольные вопросы.

«Не зачтено» - ставится за работу, если обучающийся правильно выполнил менее 2/3 всей работы; не использовал или не отладил алгоритмы расчетов: не предоставил вариант расчетов; нарушил последовательность выполнения работы; не отвечает на контрольные вопросы.

Критерии формирования оценок по выполнению тестовых заданий

«Отлично» (5 баллов) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 100 – 80% от общего объема заданных тестовых вопросов.

«Хорошо» (4 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 79 – 70% от общего объема заданных тестовых вопросов.

«Удовлетворительно» (3 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 69 – 50% от общего объема заданных тестовых вопросов.

«Неудовлетворительно» (0 баллов) - получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 49% и менее от общего объема заданных тестовых вопросов.

5.3 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

Контроль знаний студентов по дисциплине осуществляется по 2 видам: текущий и итоговый.

Текущий контроль приучает студентов к систематической работе по изучаемой дисциплине и позволяет определить уровень усвоения студентами теоретического материала. Он осуществляется в виде контрольных и проверочных работ, тестовых опросов.

Для осуществления контроля и самоконтроля степени усвоения материала рекомендуется использовать компьютерное тестирование. Тестирование позволяет провести выборочную и фронтальную проверку знаний по темам курса.

Итоговый контроль в соответствии с учебным планом: – зачет;

Вопросы к зачету:

1. Определение предмета – «Планирование эксперимента», его практическая значимость, цели и задачи.
2. Основные понятия предмета – «Планирование эксперимента»: экстремальный эксперимент; функция отклика; регрессионные модели процессов; планы 1-го и 2-го порядков.
3. Два основных этапа хода планирования; условия аналитического построения плана.
4. Характеристики оптимальных задач и их данных. Определения Параметра оптимизации, фактора, модели.
5. Шаговый метод, его цели, выполняемые задачи и условия его решения.
6. Полный факторный эксперимент. Линейные эффекты и эффекты взаимодействия.
7. Матрица факторного эксперимента и матрица планирования.
8. Дробный факторный эксперимент.
9. Смешанные, несмешанные линейные эффекты; генерирующие соотношения и определяющие контрасты.
10. Свойства матриц полного и дробного факторных экспериментов
11. Организация реализации опыта
12. Обработка результатов эксперимента при равномерном дублировании опытов

Задание: сгруппируйте формулы этапов эксперимента и определите число этих групп, дайте характеристики каждой группе (например по отношению к критериям разброса, значимости параметров и адекватности модели)

13. Обработка результатов эксперимента при неравномерном дублировании опытов
14. Обработка результатов эксперимента при отсутствии дублирования опытов
15. Крутое восхождение по поверхности отклика.

Задание: используя результаты лабораторных работ укажите на особенности простоты и доступности метода крутого восхождения и связанные с этим ограничения

16. Особенности регрессионного анализа при планировании эксперимента: характеристик входных, выходных, настраиваемых переменных.
17. Линейный регрессионный анализ с независимыми переменными.

18. Модель невязки и шумов.

19. Реализация оценивания на настраиваемой модели.

(линейный адаптивный автомат; принцип оптимизации градиентным методом)

Задание: охарактеризовать информационную и дисперсионную матрицу параметров регрессионной модели, ее отношения с нормированным выходом и условия состоятельного оценивания при данных отношениях

20. Задача регрессионного оценивания.

(градиентный метод Гаусса-Ньютона; линейная фильтрация по МНК)

21. Стандартное МНК оценивание.

(оптимальная фильтрация: аппроксимация решения Винера в ограниченных пространствах)

22. Матричное решение МНК; стохастический смысл числовых конструкций уравнения МНК и их определения при планировании эксперимента.

23. Марковские оценки (обобщенный МНК).

24. Итеративный метод оценивания.

(стохастические градиентные алгоритмы)

25. Центральное композиционное планирование 2-го порядка.

26. Ортогональные планы 2-го порядка.

27. Ротабельные планы второго порядка.

Задание: изобразить геометрическую интерпретацию ортогональных (полных, дробных) планов и ротабельных с точки зрения дисперсионных свойств параметров и отклика модели

28. Построение координатного пространства для оптимальной области полинома 2-й степени. Описание – I-го этапа.

29. Построение координатного пространства для оптимальной области полинома 2-й степени. Описание – II-го этапа.

30. Некомпозиционные планы 2-го порядка.

Тестирование

Тестирование по дисциплине проводится с использованием ресурсов электронной образовательной среды «Moodle» (режим доступа: <http://do.samgups.ru/moodle/>)

5.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Описание процедуры оценивания «Тестирование»

Тестирование по дисциплине проводится с использованием ресурсов электронной образовательной среды «Учебно-издательский ресурс» (УИР) (доступ: <http://res.samgups.org.ru>). Количество тестовых заданий и время задается системой. Во время проведения тестирования обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, справочной литературой, калькулятором. Результат каждого обучающегося оценивается в соответствии с универсальной шкалой, приведенной в пункте 5.2.

Описание процедуры оценивания «Зачет».

Зачет принимается ведущим преподавателем по данной учебной дисциплине. Зачет принимается устно в форме ответа на предварительно заданные два вопроса по основным темам лекционных, лабораторных занятий. Также при аттестации по зачету учитывается объем и качество выполненных лабораторных работ, активность студента при опросах и прочих формах итеративного взаимодействия во время проведения занятий в семестре. При проведении устного зачета обучающемуся предоставляется 30 минут на подготовку. Ответ обучающегося оценивается в соответствии с критериями, описанными в пункте 5.2.

Описание процедуры оценивания «Результат выполнения лабораторной работы»

Оценивание итогов лабораторной работы проводится преподавателем, ведущим лабораторные работы.

По результатам проверки лабораторной работы обучающийся допускается к оценке работы при условии соблюдения перечисленных условий:

- выполнены все задания;
- отсутствуют ошибки;
- оформлено в соответствии с требованиями.

В том случае, если содержание выполненной работы не отвечает предъявляемым требованиям, то он возвращается автору на доработку. Обучающийся должен переделать отчет с учетом замечаний. Если сомнения вызывают отдельные аспекты отчета, то в этом случае они рассматриваются во время устной защиты.

Отчет по лабораторной работе представляет собой устный публичный отчет обучающегося о результатах выполнения, ответы на вопросы преподавателя.

Ответ обучающегося оценивается преподавателем в соответствии с критериями, описанными в пункте 5.2.

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

6.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Кол-во
Л1.1	Коршунов В. В.	Экономика организации (предприятия) : учебник для бакалавров / доп. М-вом образов. и науки РФ. - 2-е изд., перераб. и доп.	Москва : Юрайт, 2013.	10

6.1.2. Дополнительная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Кол-во
Л2.1	Гарькина И.А., Данилов А.М., Прошин А.П., Соколова Ю.А.	Планирование эксперимента. Обработка опытных данных Гарькина И.А., Данилов А.М., Прошин А.П., Соколова Ю.А.	Москва : Палеотип, 20012	Электрон ные ресурсы
Л2.2	Бутырина П. А.	Автоматизация физических исследований и эксперимента: компьютерные измерения и виртуальные приборы на основе LabVIEW7: учебное пособие.	Москва : ДМК Пресс, 2013	Электрон ные ресурсы

6.2 Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Кол-во
М 1	Гущин А.В	Планирование оптимального эксперимента // Методические указания к выполнению лабораторных работ.	Самара: СамГУПС, 2014. - С. 24.	80

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Учебно-методические материалы по подготовке лабораторных занятий в УМК представлены отдельно по каждому разделу в соответствии с программой дисциплины и последовательностью изучения курса.

В каждом разделе даны:

1) учебно-методические материалы практического курса, включающие подробный план лабораторной работы по каждой изучаемой теме, вопросы и задания для самоконтроля, список основной и дополнительной литературы с указанием конкретных страниц;

2) учебно-методические материалы по подготовке лабораторных занятий, содержащие планы проведения занятий с указанием последовательности рассматриваемых тем, задания для самостоятельной работы, краткие теоретические и учебно-методические материалы по теме, систему упражнений для самопроверки. Выполнение упражнений даст возможность бакалаврам глубже усвоить теоретический материал, применить полученные знания на практике.

В комплексе представлены также контрольные тесты по всем разделам основ теории управления, которые позволят проверить уровень усвоения изученного материала.

Прежде чем приступить к выполнению заданий для самоконтроля, бакалаврам необходимо изучить рекомендуемую по каждой теме литературу. Общий список учебной, учебно-методической и научной литературы представлен в отдельном разделе комплекса. Кроме того, в лекционном курсе по каждой теме указана основная и дополнительная литература.

8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

При изучении дисциплины «Планирование и организация эксперимента (ПОЭ)» в процессе обучения используются интернет технологии для поиска справочной информации по изучаемым разделам дисциплины, самостоятельным работам и лабораторным занятиям.

В процессе обучения используются программное обеспечение Matlab, Mathcad или Scilab (в зависимости от расписания занятий) для выполнения самостоятельных заданий и расчетной части лабораторных работ.

8.1 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

8.1.1 Программный-технический комплекс «Mathcad», Scilab, Matlab.

9. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Аудитории для проведения лекционных, лабораторных занятий укомплектованы необходимой специализированной учебной мебелью и техническими средствами для представления учебной информации студентам.

Лабораторные работы проводятся компьютерном классе с установленным необходимым программным обеспечением. Дополнительно на компьютерах установлено программное обеспечение для создания и изучения алгоритмических моделей в системе Scilab.