

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Бенин Дмитрий Михайлович

Должность: И.о. директора института мелиорации, водного хозяйства и

строительства им. А.Н. Костякова

Дата подписания: 25.09.2026 12:38:46

Уникальный программный ключ:

dcb6dc8315334aed86f2a7c3a0ce2cf217be1e29

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ЖИВОТОВОДСТВА
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –

МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»

(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт экономики и управления АПК

Кафедра высшей математики

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института

мелиорации, водного хозяйства и строи-

тельства им. А.Н. Костякова

Бенин Д.М.

“ 25 ” августа 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.02 Прикладная математика

для подготовки магистров

ФГОС ВО

Направление: 21.04.02 «Землеустройство и кадастры»

Направленность: «Цифровые технологии в землеустройстве агроландшафтов»

Курс 1

Семестр 1

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2025

Москва, 2025

Разработчик: Кийко П.В., к.п.н., доцент


«27» июня 2025 г.

Рецензент: Коноплин Н.А., к.ф-м.н., доцент


«27» июня 2025 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки 21.04.02 «Землеустройство и кадастры»

Программа обсуждена на заседании кафедры высшей математики протокол № 11 от «27» июня 2025 г.

И.о. зав. кафедрой Высшей математики
Прудкий А.С., к.п.н., доцент


«27» июня 2025 г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии института мелиорации, водного хозяйства и строительства им. А.Н. Костякова
Щедрина Е.В., к.п.н., доцент


«28» 08 2025 г.

И.о. зав. выпускающей кафедрой Землеустройства и лесоводства
Безбородов Ю.Г., д.т.н., доцент


«28» 08 2025 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ /  Рудольова А.А.

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	5
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ	5
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	7
4.3 ЛЕКЦИИ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	8
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	10
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	10
6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности	10
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ	15
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	16
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА	16
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА	16
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ	16
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ	17
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	17
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ	17
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)	17
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	18
Виды и формы отработки пропущенных занятий	18
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	19

АННОТАЦИЯ

рабочей программы учебной дисциплины Б1.О.02 «Прикладная математика» для подготовки магистров по направлению 21.04.02 «Землеустройство и кадастры» направленности: «Цифровые технологии в землеустройстве агроландшафтов»

Цель освоения дисциплины: формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих способность управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла, решать производственные задачи и осуществлять научно-исследовательскую деятельность на основе фундаментальных знаний в области землеустройства и кадастров

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина «Прикладная математика» включена в обязательную часть Блока 1 учебного плана по направлению подготовки 21.04.02 «Землеустройство и кадастры».

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: УК-2.6; ОПК-1.1, ОПК-2.4.

Краткое содержание дисциплины: Линейная модель парной регрессии. Основные понятия регрессионного анализа. Метод наименьших квадратов. Построение зависимости между двумя переменными. Оценка значимости построенной модели. Прогнозирование на основе построенной модели.

Линейная модель множественной регрессии. Отбор факторов, включаемых в модель множественной регрессии. Построение зависимости между тремя переменными. Оценка значимости построенной модели. Прогнозирование на основе построенной модели.

Понятие о временных рядах. Временные ряды данных: характеристики и общие понятия. Изучение взаимосвязей с помощью временных рядов. Структура временного ряда. Аддитивная и мультипликативная модели временных рядов.

Сглаживание временных рядов. Сглаживание временных рядов: метод простой скользящей средней, метод взвешенной скользящей средней, метод экспоненциального сглаживания. Прогнозирование на основе временных рядов.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 часов).

Промежуточный контроль: экзамен.

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины: формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих способность управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла, решать производственные задачи и осуществлять научно-исследовательскую деятельность на основе фундаментальных знаний в области землеустройства и кадастров; разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии в области землеустройства и кадастров с применением геоинформационных систем и современных технологий, умение решать задачи, связанные с профессиональной деятельностью, в частности решение задач развития сельскохозяйственного производства, а также землеустройства и кадастров.

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Прикладная математика» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана. Дисциплина «Прикладная математика» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 21.04.02 «Землеустройство и кадастры».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Прикладная математика» являются курс математики в объеме общеобразовательной средней школы и для некоторых разделов – дисциплины «Высшая математика» и «Математическая статистика».

Дисциплина «Прикладная математика» является основополагающей для изучения дисциплины «Экономика землеустройства».

Особенностью дисциплины является то, что она призвана дать представление о месте и роли математики в современном мире, мировой культуре и истории; обучить принципам математических рассуждений и математических доказательств (используя принципы индукции и дедукции); развить математическое мышление; привить навыки самостоятельной работы; заложить основы организации исследовательской работы.

Рабочая программа дисциплины «Прикладная математика» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

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

Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимися, представлены в таблице 1.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 часов), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.6 Предлагает возможные пути (алгоритмы) внедрения в практику результатов проекта (или осуществляет его внедрение)	основные методы регрессионного анализа, в том числе с применением современных цифровых инструментов (Google Jamboard, Miro, Kahoot).	использовать основные методы регрессионного анализа, необходимых для профессиональной деятельности посредством электронных ресурсов, официальных сайтов	основными методами регрессионного анализа, навыками проведения теоретического и экспериментального исследования с помощью программных продуктов Excel, Word, Power Point, Pictochart и др., осуществления коммуникации посредством Outlook, Miro, Zoom.
2.	ОПК-1	Способен решать производственные задачи и (или) осуществлять научно-исследовательскую деятельность на основе фундаментальных знаний в области землеустройства и кадастров	ОПК-1.1 Анализирует методы и способы решения исследовательских задач в землеустройстве	основные методы временных рядов, в том числе с применением современных цифровых инструментов.	основные методы временных рядов решения необходимых для профессиональной деятельности посредством электронных ресурсов.	основными методами временных рядов, навыками проведения теоретического и экспериментального исследования с помощью программных продуктов Excel, Word, Power Point, Pictochart и др., осуществления коммуникации посредством Outlook, Miro, Zoom.
3.	ОПК-2	Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии в области землеустройства и кадастров с применением геоинформационных систем и современных технологий	ОПК-2.4 Владеет навыками применения геоинформационных систем и современных технологий при проведении проектных и научно-технических работ	основные методы регрессионного анализа, временных рядов, в том числе с применением современных цифровых инструментов (Google Jamboard, Miro, Kahoot).	использовать основные методы регрессионного анализа, временных рядов, необходимых для профессиональной деятельности посредством электронных ресурсов, официальных сайтов.	основными методами регрессионного анализа, временных рядов, навыками проведения теоретического и экспериментального исследования с помощью программных продуктов Excel, Word, Power Point, Pictochart и др., осуществления коммуникации посредством Outlook, Miro, Zoom.

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. всего	В т.ч. по семестрам № 1
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108	108
1. Контактная работа:	34,4	34,4
Аудиторная работа	34,4	34,4
<i>в том числе:</i>		
лекции (Л)	16	16
практические занятия (ПЗ)	16	16
консультации перед экзаменом	2	2
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4	0,4
2. Самостоятельная работа (СРС)	73,6	73,6
Подготовка к индивидуальному домашнему заданию	10	10
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)	27,6	27,6
Подготовка к экзамену (контроль)	36	36
Вид промежуточного контроля:		экзамен

4.2 Содержание дисциплины

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупненно)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ всего/к	ПКР	
Раздел 1 «Регрессионный анализ»	77	12	12		53
Раздел 2 «Временные ряды»	28,6	4	4		20,6
Консультации перед экзаменом	2			2	
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4			0,4	
Всего за 1 семестр	108	16	16	2,4	73,6
Итого по дисциплине	108	16	16	2,4	73,6

Раздел I. «Регрессионный анализ»

Тема 1. «Линейная модель парной регрессии».

Основные понятия регрессионного анализа. Метод наименьших квадратов. Построение зависимости между двумя переменными. Оценка значимости построенной модели. Прогнозирование на основе построенной модели.

Тема 2. «Линейная модель множественной регрессии».

Отбор факторов, включаемых в модель множественной регрессии. Построение зависимости между тремя переменными. Оценка значимости построенной модели. Прогнозирование на основе построенной модели.

Раздел II. «Временные ряды»

Тема 3. «Понятие о временных рядах».

Временные ряды данных: характеристики и общие понятия. Изучение взаимосвязей с помощью временных рядов. Структура временного ряда. Аддитивная и мультипликативная модели временных рядов.

Тема 4. «Сглаживание временных рядов».

Сглаживание временных рядов: метод простой скользящей средней, метод взвешенной скользящей средней, метод экспоненциального сглаживания. Прогнозирование на основе временных рядов.

4.3 Лекции и практические занятия

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 4

Содержание лекций и практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практическая подготовка
1.	Раздел I. «Регрессионный анализ»				
	Тема 1. «Линейная модель парной регрессии»	Лекции № 1-2 Основные понятия регрессионного анализа. Метод наименьших квадратов. Построение зависимости между двумя переменными. Оценка значимости построенной модели. Прогнозирование на основе построенной модели.	УК-2.6 ОПК-1.1 ОПК-2.4		4
		Практические занятия № 1-2 Метод наименьших квадратов. Построение зависимости между двумя переменными в табличном процессоре MS Excel. Оценка значимости построенной модели. Прогнозирование на основе построенной модели.	УК-2.6 ОПК-1.1 ОПК-2.4	решение типовых задач	4
Тема 2 «Линейная модель множественной регрессии»	Лекции № 3-4 Построение зависимости между тремя переменными. Оценка значимости построенной модели. Прогнозирование на основе построенной модели.	УК-2.6 ОПК-1.1 ОПК-2.4	участие в лекции с запланированными ошибками	4	
	Практическое занятие № 3. Построение зависимости между тремя переменными в табличном процессоре MS Excel. Оценка значимости построенной модели. Прогнозирование на основе по-	УК-2.6 ОПК-1.1 ОПК-2.4	решение типовых задач, выполнение ИДЗ № 1	2	

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практическая подготовка
		строенной модели. Практическое занятие № 4.	УК-2.6 ОПК-1.1 ОПК-2.4	Контрольная работа № 1	2
2.	Раздел 2. «Временные ряды»				
	Тема 3. «Понятие о временных рядах»	Лекции № 5-6 Временные ряды данных: характеристики и общие понятия. Изучение взаимосвязей с помощью временных рядов. Структура временного ряда. Аддитивная и мультипликативная модели временных рядов.	УК-2.6 ОПК-1.1 ОПК-2.4		4
		Практическое занятие № 5. Изучение взаимосвязей с помощью временных рядов в табличном процессоре MS Excel.	УК-2.6 ОПК-1.1 ОПК-2.4	решение типовых задач	2
		Практическое занятие № 6. Построение в табличном процессоре MS Excel аддитивной и мультипликативной модели временных рядов.	УК-2.6 ОПК-1.1 ОПК-2.4	решение типовых задач, выполнение ИДЗ № 2	2
	Тема 4. «Сглаживание временных рядов»	Лекции № 7-8 Сглаживание временных рядов: метод простой скользящей средней, метод взвешенной скользящей средней, метод экспоненциального сглаживания. Прогнозирование на основе временных рядов	УК-2.6 ОПК-1.1 ОПК-2.4		4
		Практическое занятие № 7. Сглаживание временных рядов методом простой скользящей средней, методом взвешенной скользящей средней.	УК-2.6 ОПК-1.1 ОПК-2.4	решение типовых задач	2
		Практическое занятие № 8.	УК-2.6 ОПК-1.1 ОПК-2.4	Контрольная работа № 2	2

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины		
№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 1 «Регрессионный анализ»		
1.	Тема 2 «Линейная модель множественной регрессии»	Отбор факторов, включаемых в модель множественной регрессии (УК-2.6; ОПК-1.1; ОПК-2.4)
Раздел 2 «Временные ряды»		
2.	Тема 4 «Сглаживание временных рядов»	Сглаживание временных рядов методом экспоненциального сглаживания (УК-2.6; ОПК-1.1; ОПК-2.4)

5. Образовательные технологии

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий		
№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Тема 2 «Линейная модель множественной регрессии»	Л участие в лекции с запланированными ошибками
2.	Тема 1. «Линейная модель парной регрессии»	ПЗ Работа в малых группах, работа студентов с электронными ресурсами, с табличным процессором MS Excel
3.	Тема 2 «Линейная модель множественной регрессии»	
4.	Тема 3. «Понятие о временных рядах»	
5.	Тема 4. «Сглаживание временных рядов»	

6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Контрольная работа № 1

по теме «Линейная модель множественной регрессии»

Построить и обосновать линейную зависимость между y (доход малых фермерских хозяйств, млн. руб. за год) и x_1 (урожайность, ц/га.), x_2 (стоимость оборотных средств, млн. руб.), включая проверку всех предположений МНК и значимости зависимости. Указать ожидаемую величину дохода y_0 , если x_1 и x_2 составят соответственно 95 % и 105 % от своих средневыборочных значений. Уровень значимости 5%.

доход малых фермерских	среднегодовая урожайность,	среднегодовая стоимость оборотных средств
32	135	202
76	119	183
40	116	162
50	140	165
46	108	212
78	126	143
50	136	193
55	91	180
76	90	132
70	73	205
53	138	198
92	172	245
70	94	144
36	150	224
51	155	219
69	128	174
69	90	128
69	130	145
75	91	141
48	74	199
46	89	123
69	104	153

Контрольная работа № 2

по теме «Сглаживание временных рядов»

По заданному временному ряду (прибыль млн., руб. от развития инфраструктуры городских парков за 6 лет, Y_t) из таблицы требуется:

- 1) провести сглаживание временного ряда методом простой скользящей средней;
- 2) провести сглаживание временного ряда методом взвешенной скользящей средней, интервал сглаживания взять $n=5$;
- 3) построить модели сглаженных рядов, проверить их на адекватность.

t	Y_t
1	8,764
2	9,538
3	7,062
4	6,531
5	5,325
6	5,276
7	3,868
8	4,245
9	5,859
10	3,563
11	4,174
12	4,112
13	3,435
14	3,365
15	5,637

16	3,733
17	4,472
18	5,365
19	7,759
20	5,304
21	5,201
22	5,142
23	3,111
24	5,124

Примерные варианты индивидуальных домашних заданий

Индивидуальное домашнее задание № 1

по теме «Линейная модель множественной регрессии»

По 10 территориям России изучаются следующие данные (таблица): зависимость среднегодового душевого дохода y (тыс. руб.) от доли занятых тяжелым физическим трудом в общей численности занятых x_1 (%) и от доли экономически активного населения в численности всего населения x_2 (%). Требуется:

1. рассчитать параметры модели.
2. определить коэффициент детерминации для характеристики модели; дать ему экономическую интерпретацию.
3. Рассчитайте прогноз душевого дохода при значениях: X_1 =(номер варианта), X_2 =(номер варианта+среднее значение X_2)

Y	36	28	66	74	80	84	82	98	112	96
X_1	4	4,4	2,8	5,2	5	6,4	7	6,8	7,8	9
X_2	32	40	44	28	50	56	50	56	60	62

Индивидуальное домашнее задание № 2

по теме «Понятие о временных рядах»

По заданному временному ряду (спрос на цветы весной и зимой за 9 лет) из таблицы требуется:

- 1) определить наличие тренда, выявить тип процесса по его коррелограмме;
- 2) получить расчетные коэффициенты (параметры) модели;
- 3) получить расчетные коэффициенты (параметры) модели;
- 4) сделать прогноз на $(6+N)$ год, где N - номер варианта.

t	y_t
1	21,764
2	8,538
3	6,062
4	5,531
5	4,325
6	4,276
7	2,868
8	3,245
9	4,859
10	2,563
11	3,174
12	4,112

13	2,435
14	2,365
15	4,637
16	2,733
17	3,123
18	4,132

Пример лекции с запланированными ошибками Линейная парная регрессия

Задача:

Сформировать понятие эндогенной и экзогенной переменных.

Расширить понятие коэффициента корреляции и сравнить его с коэффициентом детерминации.

Выдается теоретический материал построения линейной парной модели, даются все определения.

При построении модели по эмпирическим данным, *мы меняем местами зависимую (эндогенную) переменную с независимой (экзогенной) переменной*. Получаем обратную зависимость. При интерпретации коэффициентов регрессии приходим к выводу, что нельзя менять переменные. Обучающиеся должны сами увидеть, где допущена ошибка, и какие последствия будут при этом.

При нахождении коэффициента детерминации *допускаем его изменение в пределах коэффициента корреляции*. При оценивании модели на статистическую значимость, получаем, что в таком случае, все построенные модели оказываются статистически незначимыми. Обучающиеся приходят к выводу, что коэффициент детерминации всегда положительный, и изменяется в пределах от 0 до 1.

Под линейностью здесь имеется в виду, что переменная y предположительно находится под влиянием переменной x в следующей зависимости.

$$y_i = \alpha + \beta x_i + \varepsilon_i \quad (1)$$

где α – постоянная величина (или свободный член уравнения)

β – коэффициент регрессии, определяющий наклон линии, вдоль которой рассеяны данные наблюдения. Это показатель, характеризующий изменение переменной y , при изменении значения x , на единицу. Если $\beta > 0$ переменные x и y положительно коррелированы, если $\beta < 0$ – отрицательно коррелированы.

ε – независимая нормально распределенная величина – остаток с нулевым математическим ожиданием и постоянной дисперсией $D_\varepsilon = \sigma^2$. Она отражает тот факт, что изменение y , будет неточно описываться изменением x : присутствуют другие факты, не учтенные в данной модели.

Для оценки параметров регрессионного уравнения наиболее часто используют МНК, который максимизирует сумму квадратов отклонений наблюдаемых значений y , от модельных значений \hat{y}_i .

Пример1. Бюджетное обследование семи случайно выбранных семей дало следующие результаты (в тыс. долл.):

Наблюдение	Накопление, У	Доход, X
1	3,0	40
2	6,0	55
3	5,0	45
4	3,5	30
5	1,5	30
6	4,5	50
7	2,0	35

Требуется:

Построить однофакторную модель регрессии *зависимости дохода от накоплений (X от Y)*;

Отобразить на графике исходные данные, результаты моделирования.

МНК построим модель зависимости накопления от дохода:

$$\hat{y}_i = -2,184 + 0,143x_i + \varepsilon_i$$

Оценка качества уравнения

Для оценки качества регрессионных моделей целесообразно использовать коэффициент множественной корреляции R в квадрате, а также характеристики существенности модели в целом и ее отдельных коэффициентов. Пусть коэффициент детерминации меняется от (-1 до +1). При проверке модели по критерию, убеждаемся, что это не так. Все модели статистически незначимые.

$$R = \sqrt{\frac{\sum (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2}} \quad (2)$$

Данный коэффициент является универсальным, так как он отражает тесноту связи и точность модели, а также может использоваться при любой форме связи переменных.

При построении однофакторной модели и их линейной зависимости он равен коэффициенту линейной корреляции.

Чем меньше влияние неучтенных факторов, тем лучше модель соответствует фактическим данным.

После построения уравнения регрессии мы можем разбить значение y_i на две составляющих - \hat{y}_i и e_i

$$y_i = \hat{y}_i + e_i \quad (3)$$

Величина \hat{y}_i , расчетное значение y_i в наблюдении I , это то значение, которое имел бы y , при условии, что уравнение регрессии было правильным и отсутствие случайного фактора.

Тогда остаток e_i есть расхождение между фактическим и спрогнозированным значением величины y_i .

Используя (2) (3) разложим дисперсию y_i :

$$s_y^2 = s_{\hat{y}}^2 + s_e^2 \quad (4)$$

$$S_e^2(n-1) = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad \text{остаточная сумма квадратов отклонений;}$$

$$S_y^2(n-1) = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \quad \text{общая сумма квадратов отклонений зависимой переменной от ее среднего значения;}$$

$$S_{\hat{y}}^2(n-1) = \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2 \quad \text{я сумма квадратов отклонений.}$$

Используя уравнение выборочной дисперсии умножив на $(n-1)$ обе части уравнения

$$(4), \text{ можно представить его следующим образом: } \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 = \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2 + \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2.$$

Коэффициент множественной корреляции, возведенный в квадрат, называется коэффициентом детерминации, обозначается R^2 .

Примерный перечень вопросов к экзамену по дисциплине

1. Выборочная и генеральная совокупности.
2. Содержание и область исследования с помощью моделирования.
3. Коэффициент корреляции. Корреляционная матрица.
4. Частный и множественный коэффициент корреляции. Основы корреляционного анализа.
5. Метод наименьших квадратов.
6. Регрессионный анализ как инструмент анализа и прогнозирования экономических и социальных явлений.
7. Типы моделей. Регрессионные модели с одним уравнением.
8. Коэффициент детерминации. Проверка на статистическую значимость модели парной регрессии.
9. Прогнозирование на основе модели парной регрессии.
10. Типы моделей. Регрессионные модели с двумя неизвестными.
11. Коэффициент детерминации. Проверка на статистическую значимость модели множественной регрессии.
12. Прогнозирование на основе модели множественной регрессии.
13. Типы данных. Модели временных рядов.
14. Структура временного ряда. Аддитивная модель.
15. Структура временного ряда. Мультипликативная модель.
16. Выделение трендовой составляющей.
17. Сглаживание временных рядов. Метод простой скользящей.
18. Сглаживание временных рядов. Метод простой взвешенной скользящей средней.
19. Сглаживание временных рядов. Метод экспоненциального сглаживания.
20. Прогнозирование на основе временных рядов.

6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине может применяться традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов.

При использовании традиционной системы контроля и оценки успеваемости студентов должны быть представлены критерии выставления оценок по четырехбалльной системе («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).

Критерии оценивания результатов обучения

Таблица 7

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо

	они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1. Шаныгин, С.И. Корреляционный и регрессионный анализ: учебник для вузов / С.И. Шаныгин; ответственный редактор В.В. Ковалев. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 70 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18393-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/568910> (дата обращения: 27.06.2025).
2. Кремер, Н.Ш. Регрессионный анализ: учебник и практикум для вузов / Н.Ш. Кремер, Б.А. Путко. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 180 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-21193-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/559533> (дата обращения: 27.06.2025).
3. Подкорытова, О.А. Анализ временных рядов: учебное пособие для вузов / О.А. Подкорытова, М.В. Соколов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 225 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19441-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/556470> (дата обращения: 27.06.2025).

7.2 Дополнительная литература

1. Тихомиров, Д.А. Статистический анализ данных. Практический курс в SPSS и Jamovi: учебник для вузов / Д.А. Тихомиров, А.Н. Пинчук. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 353 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19186-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/568980> (дата обращения: 27.06.2025).
2. Берикашвили, В.Ш. Статистическая обработка данных, планирование эксперимента и случайные процессы: учебник для вузов / В.Ш. Берикашвили, С.П. Оськин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 164 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09216-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/563721> (дата обращения: 27.06.2025).
3. Сидняев, Н.И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных: учебник и практикум для вузов / Н.И. Сидняев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 495 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05070-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/559620> (дата обращения: 27.06.2025).

7.3 Нормативные правовые акты

Не применяются.

7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

1. Кийко, П.В. Эконометрика. Регрессионные модели: учебное пособие / П.В. Кийко, Н.В. Щукина. — Омск: Омский ГАУ, 2021. — 83 с. — ISBN 978-5-89764-962-4. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/176591> (дата обращения: 27.06.2025).

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

1. <http://www.rsl.ru> Российская государственная библиотека (открытый доступ)
2. <http://www.allmath.ru> Математический портал (открытый доступ)
3. <http://www.mathedu.ru> Интернет-библиотека «Математическое образование: прошлое и настоящее» (открытый доступ)
4. <https://www.fxyz.ru> – формулы и справочная информация по математике и физике (открытый доступ)
5. <http://univertv.ru/video/matematika/> – образовательный видеопортал (открытый доступ)
6. <https://www.lektorium.tv> – просветительский проект Лекториум (открытый доступ)
7. <http://ru.wikipedia.org> – Википедия (открытый доступ)
8. <https://yandex.ru> – Яндекс (открытый доступ)
9. <http://google.ru> – Гугл (открытый доступ)
10. <http://rambler.ru> – Рамблер (открытый доступ)

9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. www.consultant.ru Справочная правовая система «КонсультантПлюс».
2. <https://garant-rossia.rf> Справочная правовая система «Гарант».

Перечень программного обеспечения (не применяется)

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Таблица 8

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы (28 уч.к., ауд.133)	Парты 32 шт. Стулья 1 шт. Доска меловая 1 шт.
учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы (12 уч.к., ауд.114)	Стол ученический с лавкой на металлокаркасе 16 шт. Доска настенная 3-элементная (меловая) 1шт.

учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций (12 уч.к., ауд.225)	Стол учебный 17 шт. Стул 24 шт. Доска меловая-магнитная зеленая 1 шт.
учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы (12 уч.к., ауд.220)	Стол ученический на металлокаркасе с подстольем 30 шт. Скамья на металлокаркасе 30 шт. Доска настенная 3-элементная (меловая) 1шт.
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова	Читальные залы библиотеки

11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Образовательный процесс по дисциплине организован в форме учебных занятий (контактная работа (аудиторной и внеаудиторной) обучающихся с преподавателем и самостоятельная работа обучающихся). Учебные занятия (в том числе по реализации практической подготовки) представлены следующими видами, включая учебные занятия, направленные на практическую подготовку обучающихся и проведение текущего контроля успеваемости:

- лекции (занятия лекционного типа);
- семинары, практические занятия, лабораторные работы (занятия семинарского типа);
- курсовое проектирование (выполнение курсовых работ);
- групповые консультации;
- индивидуальные консультации и иные учебные занятия, предусматривающие индивидуальную работу преподавателя с обучающимся;
- самостоятельная работа обучающихся;
- занятия иных видов.

На учебных занятиях обучающиеся выполняют запланированные настоящей программой отдельные виды учебных работ, в том числе отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Прикладная математика» являются курсы математики в объеме общеобразовательной средней школы и дисциплины «Математика», «Математическая статистика», изучаемые студентами на первом курсе магистратуры. Поэтому пробелы в школьных знаниях, а также слабые знания по этим дисциплинам существенно влияют на успеваемость студентов. С целью избежать возникновения каких-либо проблем в процессе изучения дисциплины для студентов еженедельно проводятся консультации. На консультациях студенты могут получить ответы на вопросы, возникшие у них в процессе выполнения текущих домашних заданий, а также при выполнении индивидуальных домашних заданий.

Виды и формы отработки пропущенных занятий

Для успешного освоения дисциплины необходимо систематическое посещение лекций и практических занятий, выполнение текущих домашних заданий, а также индивидуальных домашних заданий (участвующих в накоплении баллов за работу в течение семестра).

Виды и формы отработки пропущенных занятий

В случае пропуска лекции (или практического занятия) необходимо ознакомиться с этим материалом самостоятельно и в случае возникновения вопросов обратиться к преподавателю за консультацией, согласно расписанию ее проведения. В случае пропуска аудиторной контрольной работы необходимо ее написать во время любой из консультаций, проводимых преподавателем для студентов.

12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

При преподавании курса необходимо ориентироваться на современные образовательные технологии. Аудиторная и самостоятельная работы должны быть направлены на углубление и расширение полученных знаний, на закрепление приобретенных навыков и применение формируемых компетенций. Кроме того, рекомендуется использовать дифференцированное обучение и активные методы проверки знаний при проведении контрольных работ.

Это достигается путем организации индивидуальной самостоятельной работы студентов.

При проведении промежуточной аттестации (зачета с оценкой) важно учесть все виды работ, оценить уровень знаний студентов по всем разделам учебной дисциплины. С этой целью следует разработать и использовать рейтинговую систему оценки знаний студентов.

Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету с оценкой должен доводиться до студентов в начале изучения дисциплины. При необходимости он может быть уточнен не позднее, чем за месяц до сдачи зачета с оценкой.

Программу разработал:

Кийко Павел Владимирович

к.п.н., доцент кафедры высшей математики



РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины «Прикладная математика»
ОПОП ВО по направлению 21.04.02 «Землеустройство и кадастры», направленность,
«Цифровые технологии в землеустройстве агроландшафтов»
(квалификация выпускника – магистр)

Коноплиным Николаем Александровичем, доцентом кафедры физики ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», кандидатом физико-математических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Прикладная математика» ОПОП ВО по направлению 21.04.02 «Землеустройство и кадастры», направленность «Цифровые технологии в землеустройстве агроландшафтов» (квалификация выпускника - магистр) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре высшей математики (разработчик – Кийко Павел Владимирович, доцент кафедры высшей математики, кандидат педагогических наук).

Рассмотрев представленные на рецензирование материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Прикладная математика» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 21.04.02 «Землеустройство и кадастры». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к обязательной части учебного цикла – Б1.

3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 21.04.02 «Землеустройство и кадастры».

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Прикладная математика» закреплено 3 компетенции. Дисциплина «Прикладная математика» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

5. Общая трудоёмкость дисциплины «Прикладная математика» составляет 3 зачётных единицы (108 часов).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Прикладная математика» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 21.04.02 «Землеустройство и кадастры» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

7. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

8. Программа дисциплины «Прикладная математика» предполагает 8 занятий в интерактивной форме.

9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 21.04.02 «Землеустройство и кадастры».

10. Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и выступления и участие в дискуссиях, работа над домашним заданием, участие в тестировании и аудиторных заданиях), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета с оценкой, что соответствует статусу дисциплины, как

дисциплины обязательной части учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления 21.04.02 «Землеустройство и кадастры».

11. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 3 источника, дополнительной литературой – 3 источника, Интернет-ресурсы – 10 источников и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 21.04.02 «Землеустройство и кадастры».

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Прикладная математика» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Прикладная математика».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенного рецензирования можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Прикладная математика» ОПОП ВО по направлению 21.04.02 «Землеустройство и кадастры», направленность «Цифровые технологии в землеустройстве агроландшафтов» (квалификация выпускника – магистр), разработанная Кийко П.В., доцентом, к.п.н. соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Коноплин Н.А., доцент кафедры физики ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», кандидат физико-математических наук


(подпись)

« 27 » июня 2025 г.