



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Казанский государственный аграрный университет»  
(ФГБОУ ВО Казанский ГАУ)**

Институт механизации и технического сервиса  
Кафедра физики и математики



УТВЕРЖДАЮ:  
Проректор по учебно-  
воспитательной работе, доцент  
А.В. Дмитриев  
«20» мая 2021 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**«Математическое моделирование»  
(Оценочные средства и методические материалы)**

приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки  
**35.03.06 Агроинженерия**

Направленность (профиль) подготовки  
**Автоматизация и роботизация технологических систем**

Форма обучения  
**Очная**

Казань – 2021

Составитель: доцент кафедры физики и математики, к.т.н. Зиннатулина А.Н.

Оценочные средства обсуждены и одобрены на заседании кафедры физики и математики  
«12» мая 2021 (протокол № 9)

Заведующий кафедрой физики и математики, д.т.н., профессор Ибяттов Р.И.

Рассмотрены и одобрены на заседании методической комиссии Института механизации и  
технического сервиса «14» мая 2021 г. (протокол № 9)

Председатель методической комиссии:  
доцент кафедры ЭиРМ, к.т.н., доцент Шайхутдинов Р.Р.

Согласовано:  
Директор Института механизации  
и технического сервиса,  
д.т.н., профессор

Протокол Ученого совета ИМиТС № 10 от «17» мая 2021 г.

Яхин С.М.

## 1. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ С УКАЗАНИЕМ ЭТАПОВ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения ОПОП бакалавриата по направлению обучения 35.03.06 Агроинженерия, обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине «Математическое моделирование».

Таблица 1.1 – Требования к результатам освоения дисциплины

| Компетенция                                                                                                                                                                      | Индикатор достижения компетенции                                                                                               | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-1. Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационных технологий | ОПК – 1.2. Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в агроинженерии | <p><b>Знать:</b> основные понятия и методы математического анализа, теории дифференциальных уравнений, статистических методов обработки экспериментальных данных</p> <p><b>Уметь:</b> использовать знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач и анализа данных в агроинженерии</p> <p><b>Владеть:</b> навыками построения математических моделей типовых инженерных задач в агроинженерии</p> |

## 2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ

Таблица 2.1 – Показатели и критерии определения уровня сформированности компетенций (интегрированная оценка уровня сформированности индикаторов достижения компетенций)

| Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                           | Планируемые результаты обучения                                                                                                                               | Критерии оценивания результатов обучения                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                |                                                                                                                                                               | неудовлетворительно                                                                                                                                                                                      | удовлетворительно                                                                                                                                                                                                | хорошо                                                                                                                                                                                                                                                          | отлично                                                                                                                                                                                            |
| ОПК – 1.2. Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в агроинженерии | <b>Знать:</b> основные понятия и методы математического анализа, теории дифференциальных уравнений, статистических методов обработки экспериментальных данных | Уровень знаний об основных понятиях и методах математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, необходимых для решения стандартных задач в агроинженерии ниже минимальных требований | Продemonстрирован минимально допустимый уровень знаний основных понятий и методов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, необходимых для решения стандартных задач в агроинженерии | Уровень знаний об основных понятиях и методах математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, необходимых для решения стандартных задач в агроинженерии в объеме, соответствующем программе подготовки, допущено несколько негрубых ошибок | Продemonстрирован в полном объеме знания основных понятий и методов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, необходимых для решения стандартных задач в агроинженерии |
|                                                                                                                                | <b>Уметь:</b> использовать знания основных законов математических и                                                                                           | Имеет место фрагментарные умения навыков использования                                                                                                                                                   | Имеется низкий уровень умения использования основных методов                                                                                                                                                     | Продemonстрированы основные базовые умения                                                                                                                                                                                                                      | Продemonстрированы систематические умения навыками                                                                                                                                                 |

|                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| естественных наук для решения стандартных задач и анализа данных в агроинженерии                    | основных методов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, необходимых при решении задач в агроинженерии                                                              | математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, необходимых при решении задач в агроинженерии                                                                         | использования основных методов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, необходимых при решении стандартных задач в агроинженерии                          | при использовании основных методов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, необходимых при решении стандартных задач в агроинженерии                                                   |
| <b>Владеть:</b> навыками построения математических моделей типовых инженерных задач в агроинженерии | Имеются грубые ошибки при владении навыками использования методов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, необходимых для решения стандартных задач в агроинженерии | Имеется минимальный набор навыков при использовании методов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, необходимых при решении стандартных задач в агроинженерии | Продemonстрированы базовые навыки использования методов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, необходимых при решении стандартных задач в агроинженерии | Продemonстрированы уверенные систематические владения навыками использования методов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, необходимых при решении стандартных задач в агроинженерии |

Описание шкалы оценивания:

1. Оценка «неудовлетворительно» ставится студенту, не овладевшему ни одним из элементов компетенции, т.е. обнаружившему существенные пробелы в знании основного программного материала по дисциплине, допустившему принципиальные ошибки при применении теоретических знаний, которые не позволяют ему продолжить обучение или приступить к практической деятельности без дополнительной подготовки по данной дисциплине.

2. Оценка «удовлетворительно» ставится студенту, овладевшему элементами компетенции «знать», т.е. проявившему знания основного программного материала по дисциплине в объеме, необходимом для последующего обучения и предстоящей практической деятельности, знакомому с основной рекомендованной литературой, допустившему неточности в ответе на экзамене, но в основном обладающему необходимыми знаниями для их устранения при корректировке со стороны экзаменатора.

3. Оценка «хорошо» ставится студенту, овладевшему элементами компетенции «знать» и «уметь», проявившему полное знание программного материала по дисциплине, освоившему основную рекомендованную литературу, обнаружившему стабильный характер знаний и умений и способному к их самостоятельному применению и обновлению в ходе последующего обучения и практической деятельности.

4. Оценка «отлично» ставится студенту, овладевшему элементами компетенции «знать», «уметь» и «владеть», проявившему всесторонние и глубокие знания программного материала по дисциплине, освоившему основную и дополнительную литературу, обнаружившему творческие способности в понимании, изложении и практическом использовании усвоенных знаний.

5. Оценка «зачтено» соответствует критериям оценок от «отлично» до «удовлетворительно».

6. Оценка «не зачтено» соответствует критерию оценки «неудовлетворительно».

### 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

Таблица 3.1 – Типовые контрольные задания соотнесенные с индикаторами достижения компетенций

| Индикатор достижения компетенции                                                                                               | №№ заданий (вопросов, билетов, тестов и пр.) для оценки результатов обучения по соотнесенному индикатору достижения компетенции                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК – 1.2. Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в агроинженерии | 1. Вопросы для самоконтроля и подготовки к промежуточному контролю (вопросы 1-29)<br>2. Индивидуальные задания для практических занятий и самостоятельной работы (задачи 1-6) |

#### 3.2. Вопросы для самоконтроля и подготовки к промежуточному контролю (зачетам)

1. Классификация методов моделирования.
2. Этапы построения математической модели.
3. Прямые и обратные задачи математического моделирования.

4. Концептуальная и математическая постановки задач математического моделирования.
  5. Тестирование и идентификация модели.
  6. Вычислительный эксперимент.
  7. Программные средства компьютерного моделирования.
- Специализированные пакеты программ.
8. Получение и обработка данных для моделирования
  9. Активный и пассивный эксперимент.
  10. Методы обработки результатов экспериментальных исследований.
  11. Задачи аппроксимации функциями.
  12. Метод наименьших квадратов.
  13. Корреляционный анализ.
  14. Оптимизационные модели и их классификация.
  15. Линейное и нелинейное программирование.
  16. Представление типовых производственно-экономических задач в виде оптимизационных моделей.
  17. Графический метод решения задачи линейного программирования.
  18. Симплекс-метод.
  19. Транспортная задача.
  20. Метод потенциалов.
  21. Численная реализация математических моделей.
  22. Источники погрешности в численных расчетах.
  23. Численные методы решения нелинейных уравнений.
  24. Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений.
  25. Численные методы решения нелинейных уравнений.
  26. Методы решения задачи Коши для дифференциального уравнения.
  27. Математическое моделирование траектории полета частицы.
  28. Метод конечных разностей для краевой задачи.
  29. Математическое моделирование изгиба рамы.

### 3.3. Индивидуальные задания для практических занятий и самостоятельной работы

Вариант задачи выбирается по параметрам  $m$ ,  $n$ ,  $k$ , которые задается преподавателем.

1. Имеются 4 трактора марки  $A$ , 20 – марки  $B$ , 10 – марки  $B$  и 4 – марки  $Г$ . Распределить сельскохозяйственные работы по маркам тракторов таким образом, чтобы общие затраты на выполнение работ были минимальными. При этом необходимо учесть, что на культивации пропашных и сенокосении нельзя использовать трактор марки  $A$ , на культивации пропашных – трактор марки  $B$ . Все необходимые данные приведены в таблице

| Вид работ                                                      | Объем работ, га условной пахоты | Себестоимость 1 га работ (ден. ед.) для трактора марки |       |      |      |
|----------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------------|-------|------|------|
|                                                                |                                 | А                                                      | Б     | В    | Г    |
| Культивация пара                                               | $3300+2k$                       | 0,8                                                    | $1+n$ | 0,9  | 0,9  |
| Пахота пара                                                    | $6000-2k$                       | 2,4                                                    | 3     | 3,4  | 3,2  |
| Культивация пропашных                                          | 1250                            | -                                                      | -     | 1    | 0,95 |
| Боронование в один след                                        | 1600                            | $0,2+m$                                                | 0,27  | 0,25 | 0,27 |
| Сенокосение                                                    | 1850                            | -                                                      | 0,8   | 0,75 | 0,85 |
| Сезонная норма выработки на каждый трактор, га условной пахоты |                                 | 500                                                    | 385   | 310  | 300  |

2. В сплав может входить не менее 4% никеля и не более 80% железа. Для составления сплава используется три вида сырья, содержащих железо, никель и прочие вещества. Процентное содержание каждого вида сырья в производимых сплавах представлено в таблице. Стоимость 1 кг сырья каждого вида составляет 6, 4 и 5 условных единиц соответственно.

| Компоненты сплава, % | Виды сырья |        |     |
|----------------------|------------|--------|-----|
|                      | I          | II     | III |
| Железо               | $70+m$     | $90-n$ | 85  |
| Никель               | 5          | 2      | 7   |
| Прочие               | 25         | 8      | 8   |

Требуется составить сплав таким образом, чтобы стоимость 1 кг была минимальной.

3. Сельскохозяйственное предприятие может приобрести тракторы марок  $M_1$  и  $M_2$  для выполнения работ  $P_1$ ,  $P_2$  и  $P_3$ . Производительность тракторов при выполнении указанных работ, общий объем работ и стоимость каждого трактора приведены в таблице. Найти оптимальный вариант приобретения тракторов, обеспечивающий выполнение всего комплекса работ при минимальных денежных затратах на технику.

| Вид работ                    | Объем работ, га | Производительность трактора марки |       |
|------------------------------|-----------------|-----------------------------------|-------|
|                              |                 | $M_1$                             | $M_2$ |
| $P_1$                        | $60+4n$         | 4                                 | 3     |
| $P_2$                        | $40+5m$         | 8                                 | $1+n$ |
| $P_3$                        | 30              | $1+m$                             | 3     |
| Стоимость трактора, ден. ед. |                 | 7                                 | 2     |

4. Решить транспортную задачу методом потенциалов.

На трех базах  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$  находится однородный груз в количестве  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$  тонн. Этот груз необходимо развести трем потребителям  $B_1$ ,  $B_2$ ,  $B_3$ , потребности которых в данном грузе составляют  $b_1$ ,  $b_2$ ,  $b_3$  тонн соответственно. Стоимость перевозок пропорциональна расстоянию и количеству перевозимого груза. Матрица тарифов и значения  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$  и  $b_1$ ,  $b_2$ ,  $b_3$  приведены в таблице. Требуется спланировать перевозки так, чтобы их общая стоимость была минимальной

| Поставщик и | Потребители        |                    |                    | Запасы   |
|-------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------|
|             | $B_1$              | $B_2$              | $B_3$              |          |
| $A_1$       | $15+k$<br>$x_{11}$ | 8<br>$x_{12}$      | $15-k$<br>$x_{13}$ | $140-5m$ |
| $A_2$       | $7+m$<br>$x_{21}$  | 10<br>$x_{22}$     | $4+m$<br>$x_{23}$  | $160+5m$ |
| $A_3$       | $16-l$<br>$x_{31}$ | $11+n$<br>$x_{32}$ | $19-n$<br>$x_{33}$ | $200+k$  |
| Потребности | $180-2n$           | $100+2n$           | $220+k$            |          |

Оценить значимости коэффициентов и адекватности модели.

5. Найти уравнение регрессии по данным  $n = 8$  наблюдений, которые получены при изучении зависимости количества поломок технического устройства  $y$  от затрат на профилактические мероприятия  $x$ :

|     |     |     |     |     |     |      |      |      |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|
| $x$ | 1,5 | 4,0 | 5,0 | 7,0 | 8,5 | 10,0 | 11,0 | 12,5 |
| $y$ | 15  | 12  | 10  | 9   | 8   | 6    | 3    | 3    |

Оценить значимости коэффициентов и адекватности модели.

6. На основании проведенного эксперимента по изучению работы ротационного конического рабочего органа необходимо определить наилучшие значения углов атаки и наклона оси вращения к горизонту, обеспечивающих минимальное тяговое усилие и максимальную скорость вращения. Результаты экспериментов приведены в виде таблицы.

| $\alpha$ , град | $\beta$ , град | F, кН | $\omega$ , 1/сек |
|-----------------|----------------|-------|------------------|
| 20              | 20             | 120+n | 1,9              |
| 20              | 30             | 92-k  | 2+m              |
| 20              | 40             | 96    | 2,4              |
| 35              | 20             | 98-n  | 3,7              |
| 35              | 30             | 102   | 5,5+m            |
| 35              | 40             | 108   | 3,3              |
| 50              | 20             | 100+n | 4,4              |
| 50              | 30             | 98    | 5                |
| 50              | 40             | 105+k | 4                |

#### 4. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Лекции оцениваются по посещаемости, активности, умению выделить главную мысль.

Практические занятия оцениваются по самостоятельности выполнения работы, грамотности в оформлении, правильности выполнения.

Самостоятельная работа оценивается по качеству и количеству выполненных домашних или контрольных работ, грамотности в оформлении, правильности выполнения.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета.

Для получения зачета студент очного обучения должен в течение семестра активно посещать лекции и принимать участие в обсуждении вопросов касающихся изучаемой темы, выполнить и защитить отчеты по лабораторным работам.

Для получения зачета студент заочник должен написать контрольную работу, активно посещать лекции и принимать участие в обсуждении вопросов касающихся изучаемой темы.

Критерии оценки могут быть получены в тестовой форме: количество баллов или удовлетворительно, хорошо, отлично. Для получения соответствующей оценки на зачете по курсу используется накопительная система балльно-рейтинговой работы студентов. Итоговая оценка складывается из суммы баллов или оценок, полученных по всем разделам курса и суммы баллов полученной на зачете.

Таблица 4.1 - Критерии оценки уровня знаний студентов с использованием теста на зачете по учебной дисциплине

| Оценка              | Характеристики ответа студента |
|---------------------|--------------------------------|
| Отлично             | 86-100 % правильных ответов    |
| Хорошо              | 71-85 %                        |
| Удовлетворительно   | 51- 70%                        |
| Неудовлетворительно | Менее 51 %                     |

Оценка «зачтено» соответствует критериям оценок от «отлично» до «удовлетворительно».

Оценка «не зачтено» соответствует критерию оценки «не удовлетворительно».

Количество баллов и оценка неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично определяются программными средствами по количеству правильных ответов к количеству случайно выбранных вопросов.

Критерии оценивания компетенций следующие:

1. Ответы имеют полные решения (с правильным ответом). Их содержание свидетельствует об уверенных знаниях обучающегося и о его умении решать профессиональные задачи, оценивается в 5 баллов (отлично);

2. Более 75 % ответов имеют полные решения (с правильным ответом). Их содержание свидетельствует о достаточных знаниях обучающегося и его умении решать профессиональные задачи – 4 балла (хорошо);

3. Не менее 50 % ответов имеют полные решения (с правильным ответом). Их содержание свидетельствует об удовлетворительных знаниях обучающегося и о его ограниченном умении решать профессиональные задачи, соответствующие его будущей квалификации – 3 балла (удовлетворительно);

4. Менее 50 % ответов имеют решения с правильным ответом. Их содержание свидетельствует о слабых знаниях обучающегося и о его не умении решать профессиональные задачи – 2 балла (неудовлетворительно).