

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**ПРИЕМ 2020 г.**

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ заочная

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

Направление подготовки/  
специальность  
Образовательная программа  
(направленность (профиль))

Специализация  
Уровень образования

Курс  
Трудоемкость в кредитах  
(зачетных единицах)

|                                                  |         |   |
|--------------------------------------------------|---------|---|
| 18.03.01 «Химическая технология»                 |         |   |
| Химическая технология переработки нефти и газа   |         |   |
| Технология подготовки и переработки нефти и газа |         |   |
| высшее образование - бакалавриат                 |         |   |
| 4                                                | семестр | 8 |
| 5                                                |         |   |

Заведующий кафедрой -  
руководитель ОХИ на правах  
кафедры

Руководитель ООП

Преподаватель

|                                                                                     |                |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
|   | Е.И. Короткова |
|   | Е.А. Кузьменко |
|  | И.М. Долганов  |

2020 г.

**1. Роль дисциплины «Коллоидная химия» в формировании компетенций выпускника:**

| Код компетенции | Наименование компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций) |                                                                                                                                                                                                |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Код                                                         | Наименование                                                                                                                                                                                   |
| ОПК(У)-5        | Владеет основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией                                                                                                                                                                                                                                                  | ОПК(У)-5.В4                                                 | Владеет методами поиска и обмена информацией в компьютерных сетях, пакетами прикладных программ при моделирования химико-технологических процессов                                             |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | ОПК(У)-5.У4                                                 | Умеет выполнять обработку результатов моделирования с применением прикладных компьютерных программ                                                                                             |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | ОПК(У)-5.34                                                 | Знает основные методы получения, хранения и переработки информации при моделировании ХТП                                                                                                       |
| ПК(У)-2         | Готов применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров | ПК(У)-2.В2                                                  | Владеет алгоритмами численных методов, навыками программирования и самостоятельного выполнения компьютерных расчетов при моделировании, и оптимизации объектов химической технологии           |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | ПК(У)-2.У2                                                  | Умеет применять численные методы, использовать языки программирования и прикладные программы для решения профессиональных задач                                                                |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | ПК(У)-2.32                                                  | Знает основные модели структуры потоков, алгоритмы численных методов, методологию анализа результатов моделирования                                                                            |
| ДПК(У)-1        | Способен планировать и проводить химические эксперименты, проводить обработку результатов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | ДПК(У)-1.В6                                                 | Владеет методами построения математических моделей ХТП и интерпретации полученных результатов; методами математической статистики для обработки результатов активных и пассивных экспериментов |

| Код компетенции | Наименование компетенции                                                                                                                        | Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций) |                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 |                                                                                                                                                 | Код                                                         | Наименование                                                                                                                                                                                                   |
|                 | эксперимента, оценивать погрешности, применять методы математического моделирования и анализа при исследовании химико-технологических процессов | ДПК(У)-1.У6                                                 | Умеет применять методы математического моделирования при исследовании ХТП, применять методы корреляционного и регрессионного анализа при обработке экспериментальных данных и методы планирования эксперимента |
|                 |                                                                                                                                                 | ДПК(У)-1.36                                                 | Знает методы построения физико-химических и эмпирических моделей ХТП; методы математической статистики для обработки результатов активных и пассивных экспериментов                                            |

## 2. Показатели и методы оценивания

| Планируемые результаты обучения по дисциплине |                                                                                   | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Наименование раздела дисциплины                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Методы оценивания (оценочные мероприятия)                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Код                                           | Наименование                                                                      |                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                       |
| РД1.                                          | Освоить методы построения математических моделей химико-технологических процессов | ДПК(У)-1                                      | <p>Раздел 1. Методологические основы построения математических моделей процессов химической технологии;</p> <p><b>Раздел 2.</b> Кинетические модели химических реакций</p> <p><b>Раздел 3.</b> Моделирование структуры движущегося потока</p> <p><b>Раздел 4</b> Моделирование гомогенных химических реакторов</p> <p><b>Раздел 5</b> Модели тепловых и массообменных процессов</p> <p><b>Раздел 6</b> Статистические модели на базе пассивного и активного эксперимента</p> <p><b>Раздел 7</b> Статистические модели оптимальной области исследования</p> | <p>Самостоятельная работа</p> <p>Контрольная работа 1, 2</p> <p>Защита отчета по лабораторным работам</p> <p>Реферат</p> <p>Тест</p> <p>Самоконтроль по лекциям</p> <p>ИД31, ИД32</p> |
| РД2.                                          | Самостоятельно выполнять компьютерные расчеты при моделировании ХТП               | ОПК(У)-5<br>ПК(У)-2                           | <p><b>Раздел 2.</b> Кинетические модели химических реакций</p> <p><b>Раздел 3.</b> Моделирование структуры движущегося потока</p> <p><b>Раздел 4</b> Моделирование гомогенных</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <p>Защита отчета по лабораторным работам</p> <p>Самоконтроль по лекциям</p>                                                                                                           |

|      |                                                                                                                                                            |                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                  |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      |                                                                                                                                                            |                                 | химических реакторов<br><b>Раздел 5</b> Модели тепловых и массообменных процессов<br><b>Раздел 6</b> Статистические модели на базе пассивного и активного эксперимента<br><b>Раздел 8</b> Методы оптимизации ХТП                                                           |                                                                                                  |
| РД3. | Освоить методы обработки и анализа данных, полученных при теоретических и экспериментальных исследованиях, методы корреляционного и регрессионного анализа | ОПК(У)-5<br>ПК(У)-2<br>ДПК(У)-1 | <b>Раздел 6</b> Статистические модели на базе пассивного и активного эксперимента<br><b>Раздел 7</b> Статистические модели оптимальной области исследования                                                                                                                | Контрольная работа 2<br>Защита отчета по лабораторным работам<br>Самоконтроль по лекциям         |
| РД-4 | Освоить методы планирования и оптимизации эксперимента                                                                                                     | ДПК(У)-1                        | <b>Раздел 6</b> Статистические модели на базе пассивного и активного эксперимента<br><b>Раздел 7</b> Статистические модели оптимальной области исследования<br><b>Раздел 8</b> Методы оптимизации ХТП                                                                      | Контрольная работа 2<br>Защита отчета по лабораторным работам<br>Самоконтроль по лекциям<br>ИД32 |
| РД-5 | Освоить методологию анализа результатов моделирования химико-технологических процессов                                                                     | ДПК(У)-1                        | <b>Раздел 2.</b> Кинетические модели химических реакций<br><b>Раздел 4</b> Моделирование гомогенных химических реакторов<br><b>Раздел 5</b> Модели тепловых и массообменных процессов<br><b>Раздел 6</b> Статистические модели на базе пассивного и активного эксперимента | Защита отчета по лабораторным работам<br>Самоконтроль по лекциям                                 |

### 3. Шкала оценивания

Порядок организации оценивания результатов обучения в университете регламентируется отдельным локальным нормативным актом – «Система оценивания результатов обучения в Томском политехническом университете (Система оценивания)» (в действующей редакции). Используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов обучения. Итоговая оценка (традиционная и литерная) по видам учебной деятельности (изучение дисциплин, УИРС, НИРС, курсовое проектирование, практики) определяется суммой баллов по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации (итоговая рейтинговая оценка - максимум 100 баллов).

Распределение основных и дополнительных баллов за оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации устанавливается календарным рейтинг-планом дисциплины.

**Рекомендуемая шкала для отдельных оценочных мероприятий входного и текущего контроля**

| % выполнения задания | Соответствие традиционной оценке | Определение оценки                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 90%÷100%             | «Отлично»                        | Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному |
| 70% - 89%            | «Хорошо»                         | Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов             |
| 55% - 69%            | «Удовл.»                         | Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов            |
| 0% - 54%             | «Неудовл.»                       | Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям                                                                                                                                                      |

**Шкала для оценочных мероприятий экзамена**

| % выполнения заданий экзамена | Экзамен, балл | Соответствие традиционной оценке | Определение оценки                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------|---------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 90%÷100%                      | 18 ÷ 20       | «Отлично»                        | Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному |
| 70% - 89%                     | 14 ÷ 17       | «Хорошо»                         | Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов             |
| 55% - 69%                     | 11 ÷ 13       | «Удовл.»                         | Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов            |
| 0% - 54%                      | 0 ÷ 10        | «Неудовл.»                       | Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям                                                                                                                                                      |

**4. Перечень типовых заданий**

|    | Оценочные мероприятия                                         | Примеры типовых контрольных заданий                                                                                                                                                                                        |
|----|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | <b>Самоконтроль по лекциям</b><br>(тесты после каждой лекции) | 1. Назовите два основных вида математических моделей<br>2. Приведите типовые гидродинамические модели<br>3. Сформулируйте закон действующих масс<br>4. Назовите основные этапы статистического анализа уравнения регрессии |
| 2. | <b>Самостоятельная работа</b>                                 | 1. Записать кинетическую модель химической реакции (реакция дана)                                                                                                                                                          |
| 3. | <b>Контрольная работа 1</b>                                   | Вариант билета:<br>1. Понятие математического моделирования и модели.<br>2. Гидродинамические- ячеечная и диффузионные модели<br>3. Записать математическую модель реактора для реакции: (реакция дана)                    |
| 4. | <b>Контрольная работа 2</b>                                   | Пример билета<br>1. Суть методов корреляционного и регрессионного анализов.                                                                                                                                                |

|    | Оценочные мероприятия      | Примеры типовых контрольных заданий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                            | <p>2. На выходной параметр ХТП влияют четыре фактора :</p> $C(x_1) = 1,2 - 1,6 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$ $\tau(x_2) = 8 - 14 \text{ с.}$ $T(x_3) = 420 - 520 \text{ К}$ $v(x_4) = 0,06 - 0,14 \text{ м}^3/\text{с}$ <p>Построить дробную реплику от ПФЭ в натуральных и кодированных переменных, вычислить коэффициенты регрессии. Для расчета коэффициентов взять произвольные значения <math>Y_i</math>, записать уравнение регрессии.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 5. | Реферат                    | <p><b>Тематика презентаций:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Математическое моделирование в химической технологии</li> <li>2. Математическое моделирование в нефтехимии</li> <li>3. Математическое моделирование в биотехнологии</li> <li>4. История математического моделирования</li> <li>5. Ресурсосбережение и ресурсоэффективность в химической промышленности</li> <li>6. Химические реакторы в нефтепереработке и нефтехимии</li> <li>7. Новые направления в математическом моделировании химико-технологических процессов</li> <li>8. Обработка эксперимента и статистическое моделирование в химической технологии</li> </ol> <p>Моделирование процессов ректификации и стабилизации нефтяного сырья</p> <p><b>9. Темы по выбору студента</b></p> |
| 6. | Тест                       | <p><b>Варианты вопросов:</b></p> <p>По способу организации процесса химические реакторы подразделяют на:<br/> стационарные и нестационарные<br/> периодические, непрерывные, полупериодические<br/> реакторы смешения и реакторы вытеснения</p> <p>Процесс теплообмена в теплообменнике "труба в трубе" можно описать моделью :<br/> моделью "смешение-смешение"<br/> моделью "вытеснение-вытеснение"<br/> ячеечной моделью</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 7. | Защита лабораторной работы | <p><b>Моделирование кинетики гомогенных химических реакций</b></p> <p>Вопросы:</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

|    | Оценочные мероприятия | Примеры типовых контрольных заданий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое моделирование?</li> <li>2. Сформулируйте закон действующих масс для гомогенной и гетерогенной химической реакции.</li> <li>3. Запишите кинетическую модель для следующей химической реакции (реакция дана)</li> </ol> <p><b>Моделирование гомогенных химических реакторов</b></p> <p>Вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Запишите основные типовые гидродинамические модели.</li> <li>2. С чего приступаете к разработке модели химического реактора</li> <li>3. Запишите модели реакторов идеального смешения (или другого) в общем виде</li> <li>4. Запишите тепловое уравнение химического реактора определенного типа (РИС, РИВ и т.д.)</li> <li>5. Запишите модель реактора для реакции (реакция дана)</li> </ol> <p><b>Методы корреляционного и регрессионного анализов при обработке экспериментальных данных</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. На чем основано построение статистических моделей</li> <li>2. В чем суть методов корреляционного и регрессионного анализов</li> <li>3. Какой метод лежит в основе расчета коэффициентов регрессии</li> <li>4. Основные этапы статистического анализа результатов</li> </ol> <p><b>и т.д.</b></p> |
| 8. | <b>ИДЗ 1</b>          | <p>Вывести уравнение скорости гетерогенной химической реакции для данного механизма реакции одним из методов (варианты даны)</p> <p>Пример: Получить уравнение скорости реакции крекинга методом стационарных концентраций:</p> $1. C_4H_{10} + z \xrightleftharpoons{k_1} z C_4H_{10}$ $2. zC_4H_{10} \xrightleftharpoons{k_2} zC_2H_4 + C_2H_6$ $3. zC_2H_4 \xrightarrow{k_3} z + C_2H_4$ $C_4H_{10} \longrightarrow C_2H_4 + C_2H_6$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 9. | <b>ИДЗ 2</b>          | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. На выходной параметр у влияют факторы:</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

| Оценочные мероприятия                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                | Примеры типовых контрольных заданий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |   |      |      |   |  |     |      |      |      |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |      |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |     |   |  |  |  |  |     |      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---|------|------|---|--|-----|------|------|------|--|--|--|-----|------|---|--|--|--|--|-----|------|---|--|--|--|--|-----|------|---|--|--|--|--|------|------|---|--|--|--|--|-----|------|---|--|--|--|--|-----|-----|---|--|--|--|--|-----|------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                | $x_1(T) = 290 - 350K$<br>$x_2(P) = 10 - 50a$<br>$x_3(\nu) = 1 - 1.6 \frac{M}{c}$<br>Определить интервал варьирования факторов и основной уровень.<br>Построить матрицу планирования ПФЭ в натуральных и кодированных значениях<br><b>2. На процесс влияют пять факторов:</b><br><br>$X_1 - T = 100 - 180\text{ }^{\circ}\text{C}$<br>$X_2 - P = 12 - 16\text{ a}$<br>$X_3 - C_1 = 0,2 - 0,4\text{ моль/л}$<br>$X_4 - C_2 = 0,6 - 1,0\text{ моль/л}$<br>$X_5 - \tau = 20 - 30\text{ с.}$<br>Построить дробную реплику от ПФЭ $2^{5-2}$ в натуральных и кодированных единицах.<br><b>3. Определить коэффициенты в уравнении регрессии и проверить их на значимость</b>                                                                                                                                                                   |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |   |      |      |   |  |     |      |      |      |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |      |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |     |   |  |  |  |  |     |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                | <table><tr><td>N</td><td>x<sub>0</sub></td><td>x<sub>1</sub></td><td>x<sub>2</sub></td><td>x<sub>3</sub></td><td>y<sub>1</sub></td><td>y<sub>2</sub></td></tr><tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>2.5</td><td>2.45</td></tr><tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>4.7</td><td>4.73</td></tr><tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>8.2</td><td>8.23</td></tr><tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>9.8</td><td>10.2</td></tr><tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>12.2</td><td>12.4</td></tr><tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>5.8</td><td>5.84</td></tr><tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>6.4</td><td>5.9</td></tr><tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>8.7</td><td>8.76</td></tr></table> |                |                |                |                | N              | x <sub>0</sub> | x <sub>1</sub> | x <sub>2</sub> | x <sub>3</sub> | y <sub>1</sub> | y <sub>2</sub> | 1 |      |      |   |  | 2.5 | 2.45 | 2    |      |  |  |  | 4.7 | 4.73 | 3 |  |  |  |  | 8.2 | 8.23 | 4 |  |  |  |  | 9.8 | 10.2 | 5 |  |  |  |  | 12.2 | 12.4 | 6 |  |  |  |  | 5.8 | 5.84 | 7 |  |  |  |  | 6.4 | 5.9 | 8 |  |  |  |  | 8.7 | 8.76 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                | N                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | x <sub>0</sub> | x <sub>1</sub> | x <sub>2</sub> | x <sub>3</sub> | y <sub>1</sub> | y <sub>2</sub> |                |                |                |                |                |   |      |      |   |  |     |      |      |      |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |      |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |     |   |  |  |  |  |     |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |                |                |                | 2.5            | 2.45           |                |                |                |                |                |   |      |      |   |  |     |      |      |      |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |      |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |     |   |  |  |  |  |     |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |                |                |                | 4.7            | 4.73           |                |                |                |                |                |   |      |      |   |  |     |      |      |      |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |      |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |     |   |  |  |  |  |     |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |                |                |                | 8.2            | 8.23           |                |                |                |                |                |   |      |      |   |  |     |      |      |      |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |      |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |     |   |  |  |  |  |     |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |                |                |                | 9.8            | 10.2           |                |                |                |                |                |   |      |      |   |  |     |      |      |      |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |      |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |     |   |  |  |  |  |     |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |                |                |                | 12.2           | 12.4           |                |                |                |                |                |   |      |      |   |  |     |      |      |      |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |      |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |     |   |  |  |  |  |     |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |                |                |                | 5.8            | 5.84           |                |                |                |                |                |   |      |      |   |  |     |      |      |      |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |      |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |     |   |  |  |  |  |     |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                | 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |                |                |                | 6.4            | 5.9            |                |                |                |                |                |   |      |      |   |  |     |      |      |      |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |      |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |     |   |  |  |  |  |     |      |
| 8                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |                | 8.7            | 8.76           |                |                |                |                |                |                |                |   |      |      |   |  |     |      |      |      |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |      |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |     |   |  |  |  |  |     |      |
| $S^2_{воспр.} = 0,2072$                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |   |      |      |   |  |     |      |      |      |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |      |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |     |   |  |  |  |  |     |      |
| <b>4. На выходной параметр ХТП влияют два фактора:</b><br>$\tau (x_1) = 8 - 18\text{ с}$<br>$C (x_2) = 32 - 40\text{ \%}$<br>Записать матрицу планирования в натуральных и кодированных переменных,<br>а) проверить дисперсию на однородность<br>б) вычислить дисперсию воспроизводимости ( $S^2_{воспр.}$ ) |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |   |      |      |   |  |     |      |      |      |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |      |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |     |   |  |  |  |  |     |      |
| <table><tr><td>N</td><td>x<sub>0</sub></td><td>x<sub>1</sub></td><td>x<sub>2</sub></td><td>y<sub>1</sub></td><td>y<sub>2</sub></td></tr><tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td>30.3</td><td>30.8</td></tr><tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td>25.4</td><td>24.9</td></tr></table>             |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |                | N              | x <sub>0</sub> | x <sub>1</sub> | x <sub>2</sub> | y <sub>1</sub> | y <sub>2</sub> | 1              |                |                |   | 30.3 | 30.8 | 2 |  |     |      | 25.4 | 24.9 |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |      |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |     |   |  |  |  |  |     |      |
| N                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | x <sub>0</sub> | x <sub>1</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | x <sub>2</sub> | y <sub>1</sub> | y <sub>2</sub> |                |                |                |                |                |                |                |                |   |      |      |   |  |     |      |      |      |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |      |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |     |   |  |  |  |  |     |      |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                | 30.3           | 30.8           |                |                |                |                |                |                |                |                |   |      |      |   |  |     |      |      |      |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |      |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |     |   |  |  |  |  |     |      |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                | 25.4           | 24.9           |                |                |                |                |                |                |                |                |   |      |      |   |  |     |      |      |      |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |      |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |     |   |  |  |  |  |     |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |   |      |      |   |  |     |      |      |      |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |      |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |     |   |  |  |  |  |     |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |   |      |      |   |  |     |      |      |      |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |      |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |     |   |  |  |  |  |     |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |   |      |      |   |  |     |      |      |      |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |      |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |     |   |  |  |  |  |     |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |   |      |      |   |  |     |      |      |      |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |      |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |     |   |  |  |  |  |     |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |   |      |      |   |  |     |      |      |      |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |      |      |   |  |  |  |  |     |      |   |  |  |  |  |     |     |   |  |  |  |  |     |      |

| Оценочные мероприятия                                                                                                                                                                                          |         | Примеры типовых контрольных заданий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                |                |                |       |      |                |                |                |        |       |      |      |        |      |   |  |  |  |      |   |  |  |  |      |   |  |  |  |      |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|-------|------|----------------|----------------|----------------|--------|-------|------|------|--------|------|---|--|--|--|------|---|--|--|--|------|---|--|--|--|------|--|
|                                                                                                                                                                                                                |         | <table><tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td>36.8</td><td>37.6</td></tr><tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td>26.5</td><td>27.4</td></tr></table>                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 3              |                |                |       | 36.8 | 37.6           | 4              |                |        |       | 26.5 | 27.4 |        |      |   |  |  |  |      |   |  |  |  |      |   |  |  |  |      |  |
|                                                                                                                                                                                                                |         | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |                |                | 36.8  | 37.6 |                |                |                |        |       |      |      |        |      |   |  |  |  |      |   |  |  |  |      |   |  |  |  |      |  |
|                                                                                                                                                                                                                |         | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |                |                | 26.5  | 27.4 |                |                |                |        |       |      |      |        |      |   |  |  |  |      |   |  |  |  |      |   |  |  |  |      |  |
|                                                                                                                                                                                                                |         | Записать уравнение регрессии в общем виде                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                |                |       |      |                |                |                |        |       |      |      |        |      |   |  |  |  |      |   |  |  |  |      |   |  |  |  |      |  |
|                                                                                                                                                                                                                |         | 5. Построить матрицу ротатабельного планирования 2-го порядка в натуральных и кодированных единицах, если на процесс влияют три фактора:<br>T (x <sub>1</sub> ) = 700 - 780 К<br>C (x <sub>2</sub> ) = 0,6 – 1,2 $\frac{моль}{л}$<br>P (x <sub>3</sub> ) = 14 - 20 а<br>α=1,682                                                                                                                                                                        |                |                |                |       |      |                |                |                |        |       |      |      |        |      |   |  |  |  |      |   |  |  |  |      |   |  |  |  |      |  |
|                                                                                                                                                                                                                |         | Записать уравнение регрессии в общем виде.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                |                |                |       |      |                |                |                |        |       |      |      |        |      |   |  |  |  |      |   |  |  |  |      |   |  |  |  |      |  |
|                                                                                                                                                                                                                |         | 6. Построить матрицу исходного симплекса и сделать шаг в направлении оптимума (минимума), если на процесс влияют факторы:<br>T(x <sub>1</sub> ) = 50-70 °С.<br>τ (x <sub>2</sub> )= 14 - 26 с<br>C(x <sub>3</sub> ) = 20 -42%                                                                                                                                                                                                                          |                |                |                |       |      |                |                |                |        |       |      |      |        |      |   |  |  |  |      |   |  |  |  |      |   |  |  |  |      |  |
|                                                                                                                                                                                                                |         | <table><tr><td>№</td><td>X<sub>1</sub></td><td>X<sub>2</sub></td><td>X<sub>3</sub></td><td>Y</td></tr><tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td>15,2</td></tr><tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td>12,4</td></tr><tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td>18,6</td></tr><tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td>11,4</td></tr></table>                                                                                             |                |                |                |       | №    | X <sub>1</sub> | X <sub>2</sub> | X <sub>3</sub> | Y      | 1     |      |      |        | 15,2 | 2 |  |  |  | 12,4 | 3 |  |  |  | 18,6 | 4 |  |  |  | 11,4 |  |
|                                                                                                                                                                                                                |         | №                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | X <sub>1</sub> | X <sub>2</sub> | X <sub>3</sub> | Y     |      |                |                |                |        |       |      |      |        |      |   |  |  |  |      |   |  |  |  |      |   |  |  |  |      |  |
|                                                                                                                                                                                                                |         | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |                |                | 15,2  |      |                |                |                |        |       |      |      |        |      |   |  |  |  |      |   |  |  |  |      |   |  |  |  |      |  |
| 2                                                                                                                                                                                                              |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                | 12,4           |                |       |      |                |                |                |        |       |      |      |        |      |   |  |  |  |      |   |  |  |  |      |   |  |  |  |      |  |
| 3                                                                                                                                                                                                              |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                | 18,6           |                |       |      |                |                |                |        |       |      |      |        |      |   |  |  |  |      |   |  |  |  |      |   |  |  |  |      |  |
| 4                                                                                                                                                                                                              |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                | 11,4           |                |       |      |                |                |                |        |       |      |      |        |      |   |  |  |  |      |   |  |  |  |      |   |  |  |  |      |  |
| Кодированные значения:                                                                                                                                                                                         |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |                |                |       |      |                |                |                |        |       |      |      |        |      |   |  |  |  |      |   |  |  |  |      |   |  |  |  |      |  |
| <table><tr><td>0,5</td><td>0,289</td><td>0,204</td></tr><tr><td>-0,5</td><td>0,289</td><td>0,204</td></tr><tr><td>0</td><td>-0,578</td><td>0,204</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>-0,612</td></tr></table> |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                | 0,5            | 0,289          | 0,204 | -0,5 | 0,289          | 0,204          | 0              | -0,578 | 0,204 | 0    | 0    | -0,612 |      |   |  |  |  |      |   |  |  |  |      |   |  |  |  |      |  |
| 0,5                                                                                                                                                                                                            | 0,289   | 0,204                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                |                |                |       |      |                |                |                |        |       |      |      |        |      |   |  |  |  |      |   |  |  |  |      |   |  |  |  |      |  |
| -0,5                                                                                                                                                                                                           | 0,289   | 0,204                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                |                |                |       |      |                |                |                |        |       |      |      |        |      |   |  |  |  |      |   |  |  |  |      |   |  |  |  |      |  |
| 0                                                                                                                                                                                                              | -0,578  | 0,204                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                |                |                |       |      |                |                |                |        |       |      |      |        |      |   |  |  |  |      |   |  |  |  |      |   |  |  |  |      |  |
| 0                                                                                                                                                                                                              | 0       | -0,612                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |                |                |       |      |                |                |                |        |       |      |      |        |      |   |  |  |  |      |   |  |  |  |      |   |  |  |  |      |  |
| 10.                                                                                                                                                                                                            | Экзамен | <b>Вопросы на экзамен:</b><br>1. Понятие кибернетики<br>2. Основные методы моделирования: физическое, математическое<br>3. Виды моделей (детерминированные, статистические).<br>4. Эмпирический и структурный подходы<br>5. Моделирование кинетики гомогенных химических реакций<br>6. Моделирование кинетики гетерогенных химических реакций. Метод Лэнгмюра<br>7. Метод графов<br>8. Метод стационарных концентраций<br>9. Гидродинамические модели: |                |                |                |       |      |                |                |                |        |       |      |      |        |      |   |  |  |  |      |   |  |  |  |      |   |  |  |  |      |  |

|  | Оценочные мероприятия | Примеры типовых контрольных заданий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- идеального смешения</li> <li>- идеального вытеснения</li> <li>- диффузионные</li> <li>- ячеечная</li> </ul> <p><b>10.</b> Классификация реакторов</p> <p><b>11.</b> Математические модели гомогенных изотермических реакторов: идеального смешения; идеального вытеснения; с учетом продольного и радиального перемешивания; каскада реакторов</p> <p><b>12.</b> Математические модели теплообменных аппаратов : Смешение-смешение, Вытеснение-вытеснение, Смешение-вытеснение</p> <p><b>13.</b> Математические модели химических реакторов с учетом переноса тепла</p> <p><b>14.</b> Моделирование массообменных процессов. Моделирование противоточного адсорбционного аппарата</p> <p><b>15.</b> Понятие генеральной совокупности, выборки. Законы распределения случайной величины</p> <p><b>16.</b> Математическое ожидание, дисперсия, коэффициент корреляции и их оценки.</p> <p><b>17.</b> Пассивный эксперимент. Метод корреляционного анализа.</p> <p><b>18.</b> Регрессионный анализ. Расчет коэффициентов для случая линейной регрессии.</p> <p><b>19.</b> Метод наименьших квадратов</p> <p><b>20.</b> Параболическая регрессия. Расчет коэффициентов</p> <p><b>21.</b> Активный эксперимент. Суть полного факторного эксперимента. Интервал варьирования, уровни факторов, основной уровень.</p> <p><b>22.</b> Активный эксперимент. Свойства матрицы планирования, расчет коэффициентов регрессии в ПФЭ</p> <p><b>23.</b> Статистический анализ уравнения регрессии в ПФЭ (проверка дисперсии на однородность, коэффициентов на значимость, модели на адекватность)</p> <p><b>24.</b> Дробный факторный эксперимент</p> <p><b>25.</b> Планирование 2-ого порядка:<br/>- центральное ортогональное композиционное планирование; - ротатабельное планирование 2-го порядка.</p> <p><b>26.</b> Симплексный метод планирования и оптимизации</p> <p><b>27.</b> Метод оптимизации Бокса-Уилсона</p> <p><b>28.</b> Основные определения и постановка задачи оптимизации.</p> <p><b>29.</b> Задача об оптимальной температуре обратимой химической реакции</p> <p><b>30.</b> Оптимизация РИС</p> |

|  | Оценочные мероприятия | Примеры типовых контрольных заданий                                                                                       |
|--|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |                       | 31. Методы одномерной оптимизации: -<br>дихотомии<br>- сканирования<br>- «золотого сечения»,<br>- покоординатного спуска. |

### 11. Методические указания по процедуре оценивания

|    | Оценочные мероприятия                     | Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Опрос в конце лекции (самоконтроль-тесты) | Проводится в конце каждой лекции в электронном курсе. За верный ответ на вопросы теста студенты получают баллы.                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 2. | Контрольные работы                        | Самостоятельное написание ответов на теоретические вопросы и решение задачи в заданный временной аудиторный интервал времени. Критерий оценки – правильность решения (оценивание в баллах согласно рейтинг-плану).                                                                                                                                                                                   |
| 3. | Тест                                      | Самостоятельное представление ответов на теоретические вопросы. Оценивание-согласно рейтинг-плану дисциплины.                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 4. | Реферат                                   | Тема реферата выбирается студентом из списка, предложенного преподавателем. Три критерия оценки (защиты) реферата: полнота раскрытия темы, авторской подход в представлении материала и оформление (соответствие ГОСТ).                                                                                                                                                                              |
| 5. | Защита лабораторной работы                | Проводится в виде индивидуального собеседования после выполнения и представления отчета по лабораторной работе. Защита представляет ответы на вопросы, связанные с методикой проведения лабораторной работы, анализом и обработкой полученных результатов. За выполнение и защиту лабораторной работы студенты получают баллы (количество баллов указано в рейтинг-плане дисциплины).                |
| 6. | ИДЗ 1                                     | Студентам предлагается решить задачу для индивидуального варианта. За верное решение задания начисляются баллы (количество баллов указано в рейтинг-плане дисциплины).                                                                                                                                                                                                                               |
| 7. | ИДЗ 2                                     | Студентам предлагается решить 6 задач. За верное решение задания начисляются баллы (количество баллов указано в рейтинг-плане дисциплины).                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 8. | Экзамен                                   | После выполнения всех заданий студент допускается к сдаче экзамена. Устный ответ (с использованием подготовленного письменного материала) на индивидуальный экзаменационный билет, содержащий два теоретических вопроса и задачу. Максимальное количество баллов за экзамен - 20. Оценка формируется, как результирующая: количество баллов, набранное в семестре плюс количество баллов за экзамен. |