

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

  
\_\_\_\_\_ Н.В.Лобов

« 02 » февраля 20 21 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Процессы тепломассопереноса в гетерогенных системах, часть 1

\_\_\_\_\_  
(наименование)

**Форма обучения:** \_\_\_\_\_ очная

\_\_\_\_\_  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** \_\_\_\_\_ магистратура

\_\_\_\_\_  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** \_\_\_\_\_ 144 (4)

\_\_\_\_\_  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** \_\_\_\_\_ 18.04.01 Химическая технология

\_\_\_\_\_  
(код и наименование направления)

**Направленность:** \_\_\_\_\_ Химическая технология энергетических конденсированных систем

\_\_\_\_\_  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

формирование комплекса знаний теоретических основ процессов массо- (влаго-) переноса, развивающихся при изготовлении, хранении и эксплуатации полимерных и энергонасыщенных материалов и изделий на их основе.

Задачи дисциплины:

- изучение основ теории потоков, физики и химии полимеров, термодинамики, основ тепло- и массопереноса;
- формирование знаний об основах физико-химической теории поверхностных и межфазных явлений, диффузии веществ в многослойных системах (газов и жидкостей);
- ознакомление с основными закономерностями, описывающими массообменные процессы и инженерными методами для расчёта параметров переноса субстанции;
- формирование умений и навыков использовать математического и инженерного моделирования массообменных процессов для установления допустимых степеней их развития, обеспечивающих рабочие режимы производства, хранения и эксплуатации многослойных полимерных материалов;
- освоение практических приёмов проведения экспериментальных исследований оценки характеристик массо- (влаго-) обменных процессов

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- физико-химические и динамические свойства полимерных материалов.
- математические модели процессов переноса субстанций, в частности тепла, массы, влаги;
- температурные и кинетические закономерности развития массообменных процессов во времени.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть) | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения  | Средства оценки          |
|-------------|-------------------|---|---|--------------------------|
| ОПК-3       | ИД-1ОПК-3         | Знать основные понятия влагообменных процессов в материалах           | Знает теоретические основы выбора оборудования и технологической оснастки с учетом норм выработки, расходов материалов и электроэнергии | Дифференцированный зачет |

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)  | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения  | Средства оценки          |
|-------------|-------------------|--|---|--------------------------|
| ОПК-3       | ИД-2ОПК-3         | Уметь анализировать влияние уровня влажности среды и длительности пребывания на характеристики материалов                      | Умеет разработать нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии; подбирать оборудование и технологическую оснастку для конкретного химического производства; определять контролирующие параметры технологического процесса в химической промышленности | Дифференцированный зачет |
| ОПК-3       | ИД-3ОПК-3         | Владеть навыками организации экспериментов (в том числе вычислительных) по оценке влагопереноса в полимерных системах          | Владеет навыками выбора контролирующих параметров в химической промышленности; подбора оборудования и технологической оснастки для конкретного химического производства с учетом норм выработки, технологических нормативов на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии                         | Дифференцированный зачет |
| ОПК-4       | ИД-1ОПК-4.        | Знать основы теории реологии и организации потоков субстанции (тепла, вещества, механического импульса, электрического заряда) | Знает требования качества продукции химической промышленности с учетом надежности, стоимости, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты  | Дифференцированный зачет |
| ОПК-4       | ИД-2ОПК-4         | Уметь рассчитывать оптимальные производственные параметры работы аппаратов, конструктивные особенности оборудования            | Умеет находить оптимальные параметры проведения процесса и решения позволяющие получать продукт высокого качества   | Дифференцированный зачет |
| ОПК-4       | ИД-3ОПК-4         | Владеть расчётами составления материальных и тепловых балансов технологических аппаратов и установок.                          | Владеет навыками определения оптимальных решения при создании продукции химической промышленности с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения,  | Дифференцированный зачет |

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)  | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения            | Средства оценки          |
|-------------|-------------------|--|---|--------------------------|
|             |                   |  | безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты  |                          |
| ПКО-1       | ИД-1ПК-01         | Знать методы моделирования и решения задач оптимизации параметров технологических процессов тепло- и массопереноса   | Знает методы анализа научных данных   | Дифференцированный зачет |
| ПКО-1       | ИД-2ПК-01         | Уметь рассчитывать и/или определять параметры процессов тепло- и массо- (влаги) переноса   | Умеет осуществлять теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений | Дифференцированный зачет |
| ПКО-1       | ИД-3ПК-01         | Владеть навыками постановки задачи массо- (тепло) переноса применительно к определённой системе и приёмами её решения методами теории подобия или численного математического моделирования | Владеет навыками оформления результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ   | Дифференцированный зачет |

### 3. Объем и виды учебной работы

| Вид учебной работы   | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |  |
|--|-------------|------------------------------------|--|
|  |             | Номер семестра                     |  |
|  |             | 1                                  |  |
| 1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме: | 36          | 36                                 |  |
| 1.1. Контактная аудиторная работа, из них:   |             |                                    |  |
| - лекции (Л)   | 16          | 16                                 |  |
| - лабораторные работы (ЛР)   |             |                                    |  |
| - практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)        | 18          | 18                                 |  |
| - контроль самостоятельной работы (КСР)  | 2           | 2                                  |  |
| - контрольная работа   |             |                                    |  |
| 1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)  | 108         | 108                                |  |
| 2. Промежуточная аттестация  |             |                                    |  |
| Экзамен  |             |                                    |  |
| Дифференцированный зачет   | 9           | 9                                  |  |
| Зачет  |             |                                    |  |
| Курсовой проект (КП)   |             |                                    |  |
| Курсовая работа (КР)   |             |                                    |  |
| Общая трудоемкость дисциплины  | 144         | 144                                |  |

#### 4. Содержание дисциплины

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием  | Объем аудиторных занятий по видам в часах |    |    | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|---|---|----|----|--|
|   | Л   | ЛР | ПЗ | СРС  |
| 1-й семестр   |   |    |    |  |
| Основы реологии   | 4   | 0  | 4  | 27   |
| Тема 1. Компоненты полимерных материалов.<br>Тема 2. Основные законы реологии полимерных материалов.<br>Ламинарное и турбулентное течение. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Динамический и кинематический коэффициенты вязкости. Закон сохранения массы (неразрывности). Закон сохранения энергии и учёт теплообмена, уравнение баланса. Температурная зависимость коэффициента динамической вязкости. Ламинарное течение между параллельными пластинами. Турбулентное течение полимерных материалов. Критерий Рейнольдса.   |   |    |    |  |
| Общие представления о теории потоков вещества   | 4   | 0  | 5  | 27   |
| Тема 3. Теория переноса субстанции.<br>Уравнения Фурье, Фика, Ома, Онзагера. Уравнения Навье и Пуассона движения вязких жидкостей.<br>Движущая сила явлений переноса, градиент потенциала переноса. Коэффициенты пропорциональности в законах переноса субстанции, в том числе феноменологические. Допущения, принимаемые для расчётом массопереноса вещества с помощью закона Фика.  |   |    |    |  |
| Факторы, влияющие на диффузию компонентов полимерной системы  | 4   | 0  | 5  | 27   |
| Тема 4. Виды миграционных процессов.<br>Общие закономерности диффузии. Научно принятые концепции явления миграции. Эффективным способом защиты от взаимной миграции компонентов между соприкасающимися полимерными материалами.<br>Тема 5. Прогнозирование сроков гарантийного хранения ЭКМ, лимитированных диффузионными процессами.<br>Ограничение сроков технической пригодности по критерию старения, связанного с развитием массообменных процессов в гомогенных материалах, эксплуатируемых в непосредственном контакте с полимерными покрытиями. Коэффициенты диффузии и константа скорости массопереноса. |   |    |    |  |

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием  | Объем аудиторных занятий по видам в часах |    |    | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|---|---|----|----|--|
|   | Л   | ЛР | ПЗ | СРС  |
| Влагоперенос в твёрдых полимерных материалах  | 4   | 0  | 4  | 27   |
| <p>Тема 6. Характеристики влажности воздуха. Абсолютная влажность, относительная влажность, влагосодержание. Парциальное давление насыщенного пара. Равновесное удельное влагосодержание. Кинетика сорбции. Изотерма сорбции влаги. Гигроскопическая точка, точка росы.</p> <p>Тема 7. Уравнение влагопереноса. Коэффициенты влагопереноса (удельная влагоёмкость и влагопроводность). Химический потенциал <math>\mu</math> - как потенциал переноса влаги в области сорбционного состояния материала. Решение практических задач влагопереноса в полимерных изделиях, относительную влажность среды <math>\varphi</math> – как потенциал влагопереноса. Методы определения коэффициента диффузии влаги.</p> <p>Тема 8. Влияние влажности среды на механические характеристики полимерных материалов. Пребывание полимерных наполненных материалов в среде с повышенной влажностью. Восстанавливаемость механических свойств материалов после сушки, методы прогнозирования. Практически используемые методы сушки, для восстановления механических свойств увлажнённых изделий из полимерных многослойных материалов. Расчёт потребного количества осушителя. Влияние предварительного увлажнения на кинетику изменения механических характеристик в процессе теплового старения.</p> |   |    |    |  |
| ИТОГО по 1-му семестру  | 16  | 0  | 18 | 108  |
| ИТОГО по дисциплине   | 16  | 0  | 18 | 108  |

### Тематика примерных практических занятий

| № п.п. | Наименование темы практического (семинарского) занятия   |
|--------|--|
| 1      | Определение и основные характеристики видов течения. Уравнение баланса. Закон сохранения массы. Закон сохранения энергии и учёт теплообмена. |
| 2      | Условия, выполнение которых необходимы для обоснованного использования в расчётах переноса вещества уравнения Фика.                          |
| 3      | Коэффициент диффузии и константа скорости массопереноса, общие и отличительные признаки, их зависимости от температуры.                      |
| 4      | Методы установления равновесного удельного влагосодержания и построения изотермы сорбции полимерного материала.                              |
| 5      | Характер изменения механических характеристик полимерных систем после длительного хранения в естественных влажных условиях                   |

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

| № п/п                                 | Библиографическое описание<br>(автор, заглавие, вид издания, место, издательство,<br>год издания, количество страниц)                     | Количество<br>экземпляров в<br>библиотеке |
|---------------------------------------|---|---|
| <b>1. Основная литература</b>         |   |   |
| 1                                     | Ермилов А. С. Теория технологических процессов : учебное пособие для вузов / А. С. Ермилов, Э. М. Нуруллаев. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2015. | 5   |
| 2                                     | Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие для вузов / А.А. Захарова [и др.]. - Москва: Академия, 2006.                  | 28  |
| <b>2. Дополнительная литература</b>   |   |   |
| <b>2.1. Учебные и научные издания</b> |   |   |
| 1                                     | Тадмор З. Теоретические основы переработки полимеров : пер. с англ. / З. Тадмор, К. Гогос. - Москва: Химия, 1984.                         | 8   |
| 2                                     | Цой П. В. Методы расчета задач тепломассопереноса / П. В. Цой. - Москва: Энергоатомиздат, 1984.   | 5   |

|   |   |    |
|---|---|----|
| <b>2.2. Периодические издания</b>   |   |    |
|   | Не используется   |    |
| <b>2.3. Нормативно-технические издания</b>                                |   |    |
|   | Не используется   |    |
| <b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>      |   |    |
| 1   | Ермилов А. С. Теоретические основы процессов получения и переработки полимерных материалов : 10 авторских лекций по теоретической реологии / А. С. Ермилов. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2009. | 10 |
| <b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b> |   |    |
| 1   | Торнер Р. В. Теоретические основы переработки полимеров (механика процессов) / Р. В. Торнер. - Москва: Химия, 1977.   | 6  |

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

| Вид литературы            | Наименование разработки  | Ссылка на информационный ресурс   | Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ) |
|---------------------------|--|---|---|
| Дополнительная литература | Разинов, А. И. Процессы массопереноса с участием твердой? фазы : учебное пособие / А. И. Разинов, П. П. Суханов. - Казань: Казанский? национальный? исследовательский? технологический? университет, 2012. | <a href="https://elib.pstu.ru/vufind/Record/iprbooks75637">https://elib.pstu.ru/vufind/Record/iprbooks75637</a> | сеть Интернет; авторизованный доступ  |

## 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

| Вид ПО   | Наименование ПО  |
|--|--|
| Операционные системы                                 | Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)              |
| Офисные приложения.                                  | Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567            |
| Прикладное программное обеспечение общего назначения | Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017 |

## 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

| Наименование  | Ссылка на информационный ресурс                       |
|---|---|
| Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета | <a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a> |



| Наименование                                | Ссылка на информационный ресурс                                     |
|---|---|
| Электронно-библиотечная система Лань        | <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>         |
| Электронно-библиотечная система IPRbooks    | <a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a> |
| Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс | <a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>   |

### **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

| Вид занятий          | Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения | Количество единиц |
|----------------------|---|-------------------|
| Лекция               | ноутбук, проектор, экран  | 1                 |
| Практическое занятие | ноутбук, проектор, экран  | 1                 |

### **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

|                              |
|------------------------------|
| Описан в отдельном документе |
|------------------------------|

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
« Процессы тепломассопереноса в гетерогенных системах, часть 1»  
*Приложение к рабочей программе дисциплины***

**Направление подготовки:** 18.04.01 Химическая технология

**Направленность (профиль)  
образовательной программы:** «Химическая технология энергетических  
конденсированных систем»

**Квалификация выпускника:** «Магистр»

**Выпускающая кафедра:** Проектирование и производство энергетических  
конденсированных систем и изделий из них для  
ракетно-космической техники и  
энергетических установок

**Форма обучения:** Заочная

**Курс:** 1

**Семестр:** 1

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану: 4 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 144 ч.

**Форма промежуточной аттестации:**

Дифференцированный зачёт: 1 семестр

Пермь 2021

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

### Объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (1-го семестра учебного плана) и разбито на 3 основных учебных раздела. Предусмотрены аудиторские лекционные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала и зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

| Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)  | Вид контроля |     |          |                          |
|--|--------------|-----|----------|--------------------------|
|  | Текущий      |     | Рубежный | Итоговый                 |
|  | С            | ТО  | Т/КР     | Дифференцированный зачёт |
| <b>Усвоенные знания</b>  |              |     |          |                          |
| <b>3.1 Знать</b> основы теории реологии и организации потоков субстанции (тепла, вещества, механического импульса, электрического заряда)                    |              | ТО1 |          | ТВ                       |
| <b>3.2 Знать</b> методы моделирования и решения задач оптимизации параметров технологических процессов тепло- и массопереноса                                | С1           | ТО2 |          | ТВ                       |
| <b>3.3 Знать</b> основные понятия влагообменных процессов в материалах.  |              | ТО3 |          | ТВ                       |
| <b>Освоенные умения</b>  |              |     |          |                          |
| <b>У.1 уметь</b> рассчитывать и/или определять параметры процессов тепло- и массо- (влаги) переноса  | С2           | ТО4 |          | ПЗ                       |
| <b>У.2 уметь</b> рассчитывать оптимальные производственные параметры работы аппаратов, конструктивные особенности оборудования.                              |              | ТО5 |          | ПЗ                       |
| <b>У.3 уметь</b> анализировать влияние уровня влажности среды и длительности пребывания на характеристики материалов   |              | ТО6 |          | ПЗ                       |
| <b>Приобретенные владения</b>  |              |     |          |                          |
| <b>В.1 владеть</b> навыками постановки задачи массо- (тепло) переноса применительно к определённой системе и приёмами её решения методами теории подобия или | С3           | ТО7 | КР1      | ПЗ                       |

|  |  |     |     |    |
|--|--|-----|-----|----|
| численного математического моделирования.  |  |     |     |    |
| <b>В.1 Владеть</b> расчётами составления материальных и тепловых балансов технологических аппаратов и установок.                 |  | ТО8 | КР2 | ПЗ |
| <b>В.1 владеть</b> навыками организации экспериментов (в том числе вычислительных) по оценке влагопереноса в полимерных системах |  | ТО9 | КР3 | ПЗ |

*С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание дифференцированного зачета.*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является дифференцированный зачёт, проводимый с учётом результатов текущего и рубежного контроля.

## **2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

### **2.1. Текущий контроль усвоения материала**

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной

аттестации.

## **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

### **2.2.1. Рубежная контрольная работа**

Согласно РПД запланировано 4 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по разделу «Основы реологии», вторая КР по разделу «Общие представления о теории потоков вещества», третья КР – по разделу «Факторы, влияющие на диффузию компонентов полимерной системы», четвертая КР – по разделу «Влагоперенос в твёрдых полимерных материалах»

#### **Типовые задания первой КР:**

1. Ньютоновские и неньютоновские жидкости, их характеристики, законы описывающие течение.
2. Ламинарное течение между параллельными пластинами.
3. Турбулентное течение полимерных материалов.

#### **Типовые задания второй КР:**

1. Закономерности, описывающие интенсивность потока тепла и массы, электрического заряда и механического импульса.
2. Что в общем случае является потенциалом, движущей силой процесса массопереноса и коэффициентом потенциалопроводности?

#### **Типовые задания третьей КР:**

1. Закон сохранения массы (неразрывности). Закон сохранения энергии и учёт теплообмена
2. Условия однозначности математической модели диффузии вещества. Краевые условия. Четыре вида граничных условий.

#### **Типовые задания четвертой КР:**

1. Понятия удельной влагеёмкости, влагепроводности, плотности, коэффициента диффузии влаги. Функциональная связь между величинами.
2. Коэффициент диффузии и константа скорости массопереноса вещества – отличия понятий. Температурные зависимости величин.

## **2.3. Выполнение комплексного индивидуального задания на самостоятельную работу**

Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты индивидуального комплексного задания приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.4. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

#### **2.4.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания**

Промежуточная аттестация проводится в форме дифференцированного зачёта. Зачёт по дисциплине основывается на результатах выполнения

предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачёта приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **2.4.2. Типовые вопросы и задания для дифференцированного зачета по дисциплине с аттестационным испытанием.**

**Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Закон Онзагера
2. Виды миграционных процессов.
3. Абсолютная и относительная влажность среды, как оба понятия связаны с влагосодержанием?

**Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:**

1. Выделить ряд отклонений диффузии вещества в заданной многослойной полимерной системе от закона Фика.
2. Математически сформулировать закон сохранения массы (неразрывности). Закон сохранения энергии с учётом теплообмена.
3. Кинетика сорбции. Построение изотерм сорбции влаги. Нахождение точки гигроскопичности.

**Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:**

1. Определите основные составляющие при обоснованной постановки и решения массо,- теплообменных задач.
2. Методы предупреждения миграции компонентов полимерной многослойной системы.
3. Экспериментальные методы определения коэффициента диффузии влаги.

#### **2.4.3. Шкалы оценивания результатов обучения на зачёте**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций**

#### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций**

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей

части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачёта используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.