

**Письменный отзыв официального рецензента на диссертационную работу Есжанова Армана Бахытжановича на тему «Гидрофобизация трековых мембран на основе полиэтилентерефталата для очистки водных сред методом мембранной дистилляции», представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D060600 – Химия**

| №п/п | Критерии   | Соответствие критериям (необходимо отметить один из вариантов ответа)  | Обоснование позиции официального рецензента   |
|------|--|--|---|
| 1.   | Тема диссертации (на дату ее утверждения) соответствует направлениям развития науки и/или государственным программам | <p>1.1 Соответствие приоритетным направлениям развития науки или государственным программам:</p> <p>1) Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы)</p> <p>2) Диссертация выполнена в рамках другой государственной программы (указать название программы)</p> <p>3) Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление)</p> | Диссертационная работа выполнена в рамках проекта грантового финансирования по научным и (или) научно-техническим проектам Комитета науки МОН РК по теме «Получение трековых мембран с заданными свойствами для мембранной дистилляции и прямого осмоса» (№ гос. регистрации AP05132110) на 2018-2020 гг.   |
| 2.   | Важность для науки   | Работа вносит/не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта/не раскрыта  | Данное диссертационное исследование вносит существенный вклад в науку. Работа посвящена модификации поверхности трековых мембран на основе полиэтилентерефталата для очистки водных сред методом мембранной дистилляции. Раскрыта важность полученных данных для науки и перспективность использования модифицированных мембран в очистке вод от солей, пестицидов и жидких радиоактивных отходов методом мембранной дистилляции. |
| 3.   | Принцип самостоятельности  | <p>Уровень самостоятельности:</p> <p>1) Высокий;</p> <p>2) Средний;</p> <p>3) Низкий;</p> <p>4) Самостоятельности нет</p>  | Соискателем самостоятельно была проведена огромная работа по модификации поверхности трековых мембран на основе полиэтилентерефталата, характеристики физико-химическими методами анализа и использовании в процессе мембранной дистилляции. Уровень  |

|    |                              |  |  |
|----|------------------------------|--|--|
| 4. | Принцип внутреннего единства | <p>4.1 Обоснование актуальности диссертации:<br/> 1) Обоснована;<br/> 2) Частично обоснована;<br/> 3) Не обоснована.</p> <p>4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации:<br/> 1) <u>Отражает</u>;<br/> 2) Частично отражает;<br/> 3) Не отражает</p> <p>4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации:<br/> 1) <u>соответствуют</u>;<br/> 2) частично соответствуют;<br/> 3) не соответствуют</p> <p>4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны:<br/> 1) <u>полностью взаимосвязаны</u>;<br/> 2) взаимосвязь частичная;<br/> 3) взаимосвязь отсутствует</p> <p>4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями:<br/> 1) <u>критический анализ есть</u>;<br/> 2) анализ частичный;<br/> 3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов</p> | <p>самостоятельности – высокий.</p> <p>Соискателем полностью обоснована актуальность диссертации. Для очистки вод методом мембранной дистилляции применяются различные типы мембран. Особый интерес представляют собой трековые мембраны на основе полиэтилентерефталата. Узкое распределение пор по размеру, регулярная геометрия пор с возможностью контролирования на единицу площади делают такие мембраны интересными для использования в процессе мембранной дистилляции. Однако для использования трековых мембран на основе полиэтилентерефталата в мембранной дистилляции требуется увеличить его гидрофобные характеристики. Исходя из выше изложенного, гидрофобизация поверхности трековых мембран на основе полиэтилентерефталата для мембранной дистилляции является актуальной.</p> <p>Содержание диссертации полностью отражает цели, задачи и тему исследования.</p> <p>Соискателем сформулированы цель и задачи исследования, которые соответствуют теме диссертации.</p> <p>Диссертационная работа представлена в форме серии статей, согласно требованиям пункта 5-1 Правил присуждения степеней, утвержденных приказом Министра образования и науки Республики Казахстан от 09.03.2021 № 98.</p> <p>Предложенные автором решения аргументированы. Химический состав поверхности исходных и модифицированных мембран подтверждены РФЭС-, ИК-спектроскопии. Соискатель сопоставляет свои результаты с литературными и экспериментально доказывает заключения.</p> |
|----|------------------------------|--|--|

|    |                         |   |  |
|----|-------------------------|---|--|
| 5. | Принцип научной новизны | <p>5.1 Научные результаты и положения являются новыми?<br/> 1) <u>полностью новые</u>;<br/> 2) частично новые (новыми являются 25-75%);<br/> 3) не новые (новыми являются менее 25%)</p> <p>5.2 Выводы диссертации являются новыми?<br/> 1) <u>полностью новые</u>;<br/> 2) частично новые (новыми являются 25-75%);<br/> 3) не новые (новыми являются менее 25%)</p> | <p>Научные результаты являются новыми, в рамках диссертационного исследования впервые получены модифицированные ПЭТФ ТМ путем реакции поликонденсации с перфтордодецилтрихлорсиланом, фотоиницированной прививочной полимеризации триэтоксивинилсилана и стирола, путем иммобилизации кремниевых наночастиц на поверхность мембраны, показана их эффективность в очистки солей, пестицидов, жидких радиоактивных отходов методом мембранной дистилляции.</p> <p>Выводы диссертации являются новыми и подтверждается публикациями в высокорейтинговых журналах, входящих в базу Scopus и Web of Science:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>A.B.Yeszhanov</b>, I.V.Korolkov, S.S.Dosmagambetova, M.V.Zdorovets, Güven O. Recent progress in the membrane distillation and impact of track-etched membranes. <i>Polymers</i>. 2020, 11(3), 2520. <a href="https://doi.org/10.3390/polym11032520">https://doi.org/10.3390/polym11032520</a> (Обзорная статья)</li> <li>2. I.V.Korolkov, <b>A.B.Yeszhanov</b>, M.V.Zdorovets Modification of PET ion track membranes for membrane distillation of low-level liquid radioactive wastes and salt solutions, <i>Sep. Purif. Technol.</i> 227(2019). (IF-5,107, Q1) <a href="https://doi.org/10.1016/j.seppur.2019.115694">https://doi.org/10.1016/j.seppur.2019.115694</a></li> <li>3. M.V.Zdorovets, <b>A.B.Yeszhanov</b>, I.V.Korolkov, Y.G.Gorin Liquid low-level radioactive wastes treatment by using hydrophobized track-etched membrane, <i>Prog. Nucl. Energy</i> 118(2020) (IF-1.569, Q2) <a href="https://doi.org/10.1016/j.pnucene.2019.103128">https://doi.org/10.1016/j.pnucene.2019.103128</a></li> <li>4. <b>Yeszhanov, A.B.</b>, Korolkov, I.V., Gorin, Y.G. et al. Membrane distillation of pesticide solutions using hydrophobic track-etched membranes. <i>Chem. Pap.</i> 74, 3445–3453 (2020) (IF-1.680, Q3). <a href="https://doi.org/10.1007/s11696-020-01173-7">https://doi.org/10.1007/s11696-020-01173-7</a></li> <li>5. Korolkov, I.V, Kuandykova, A., <b>Yeszhanov, A.B.</b>, Güven O., Gorin Y.G., Zdorovets M.V. Modification of PET Ion-Track Membranes by Silica Nanoparticles for Direct</li> </ol> |
|----|-------------------------|---|--|

|    |   |  |   |
|----|---|--|---|
|    |   | 5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными:<br>1) полностью новые;<br>2) частично новые (новыми являются 25-75%);<br>3) не новые (новыми являются менее 25%)   | Contact Membrane Distillation of Salt Solutions. <i>Membranes</i> . 2020; 10(11):322. (IF-3.094, Q2)<br><a href="https://doi.org/10.3390/membranes10110322">https://doi.org/10.3390/membranes10110322</a>   |
| 6. | Обоснованность основных выводов         | Все основные выводы <u>основаны</u> /не основаны на весомах с научной точки зрения доказательства либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам)   | Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются полностью новыми и обоснованными. Полученные модифицированные мембраны могут быть применены в технологии очистки воды методом мембранной дистилляции.<br><br>Все выводы основаны на весомах с научной точки зрения доказательства, согласуются с источниками, приведенной в обзорной статье.  |
| 7. | Основные положения, выносимые на защиту | Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности:<br>Положение <u>1</u> . <i>Поликонденсация силанов (перфтордодecilтрихлорсилана и дихлордиметилсилана) на поверхности трековых мембран на основе полиэтилтерефталата при условиях реакции 20мМ раствора перфтордодecilтрихлорсилана в 2-пропанол, времени реакции – 24 ч обеспечивает высокую степень гидрофобизации мембран, при этом значение краевого угла смачивания (KVC) составляет 109±5°, критическое давление пропускновения (LEP) – 3,4 бар, диаметр пор до 210 нм;</i><br>7.1 Доказано ли положение?<br>1) <u>доказано</u> ;<br>2) скорее доказано;<br>3) скорее не доказано;<br>4) не доказано<br>7.2 Является ли тривиальным?<br>1) да;<br>2) <u>нет</u><br>7.3 Является ли новым? | Положение 1:<br><br>7.1. Положение доказано, т.к. экспериментально изучено влияние растворителей, времени выдерживания в растворе, концентрации силанов на степень прививки и значения краевого угла смачивания с сохранением поровой структуры мембраны.<br><br>7.2. Положение не является тривиальным, так как данный способ модификации ПЭТФ трековых мембран ранее не проводился.<br><br>7.3. Положение является новым, так как силаны не были ранее использованы в модификации ПЭТФ трековых мембран.<br><br>7.4. Уровень применения – средний.<br><br>7.5. Положение доказано в обзорной статье «Recent progress in the membrane distillation and impact of track-etched membranes» в журнале <i>Polymers</i> , входящий в базу |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  | <p>1) <u>да</u>;<br/> 2) <u>нет</u><br/> 7.4 Уровень для применения:<br/> 1) <u>узкий</u>;<br/> 2) <u>средний</u>;<br/> 3) <u>широкий</u><br/> 7.5 Доказано ли в статье?<br/> 1) <u>да</u>;<br/> 2) <u>нет</u><br/> Положение 2. <i>Оптимальными параметрами проведения реакции фотоиницируемой прививочной полимеризации триэтоксивинилсилана (ТЭВС) являются: 20% раствор ТЭВС в дихлорэтане с добавлением винилимидазола в количестве 3,3%, время реакции – 1ч., расстояние до УФ-источника – 10 см. При этом достигается повышение критического давления проникновения - <math>LEP &gt; 4,3</math> бар с диаметрами пор 200 нм, краевой угол смачивания достигает значения до <math>105 \pm 5^\circ</math>, что несколько меньше, чем для силанов (<math>109 \pm 5^\circ</math>);</i><br/> 7.1 Доказано ли положение?<br/> 1) <u>доказано</u>;<br/> 2) <u>скорее доказано</u>;<br/> 3) <u>скорее не доказано</u>;<br/> 4) <u>не доказано</u><br/> 7.2 Является ли тривиальным?<br/> 1) <u>да</u>;<br/> 2) <u>нет</u><br/> 7.3 Является ли новым?<br/> 1) <u>да</u>;<br/> 2) <u>нет</u><br/> 7.4 Уровень для применения:<br/> 1) <u>узкий</u>;<br/> 2) <u>средний</u>;<br/> 3) <u>широкий</u><br/> 7.5 Доказано ли в статье?<br/> 1) <u>да</u>;</p> | <p>Scopus и Web of Science.</p> <p>Положение 2:<br/> 7.1. Положение доказано, изучено влияние мономеров (триэтоксивинилсилана и винилимидазола), расстояние до УФ-источника, концентрации мономеров, времени реакции на степень прививки и значения краевого угла смачивания с сохранением поровой структуры мембраны.<br/> 7.2. Положение не является тривиальным, так как данный способ модификации ПЭТФ трековых мембран ранее не проводился.<br/> 7.3. Положение является новым, так как мономеры (триэтоксивинилсилан и винилимидазол) не были ранее использованы в фотоиницированной прививочной полимеризации ПЭТФ трековых мембран.<br/> 7.4. Уровень применения – средний.<br/> 7.5. Положение доказано в обзорной статье «Recent progress in the membrane distillation and impact of track-etched membranes» в журнале Polymers, входящий в базу Scopus и Web of Science.</p> |
|--|--|---|

|  |   |   |
|--|---|---|
|  | <p>2) нет</p> <p><u>Положение 3.</u> <i>Оптимальными параметрами проведения реакции полимеризации стирола являются: концентрация стирола – 40%, время реакции – 1ч., расстояние до УФ-источника – 7см. КУС составил 99°, при диаметре пор – 210 нм значение LEP составило 3,4 бар;</i></p> <p>7.1 Доказано ли положение?<br/> 1) <u>доказано</u>;<br/> 2) скорее доказано;<br/> 3) скорее не доказано;<br/> 4) не доказано</p> <p>7.2 Является ли тривиальным?<br/> 1) да;<br/> 2) <u>нет</u></p> <p>7.3 Является ли новым?<br/> 1) да;<br/> 2) <u>нет</u></p> <p>7.4 Уровень для применения:<br/> 1) узкий;<br/> 2) <u>средний</u>;<br/> 3) широкий</p> <p>7.5 Доказано ли в статье?<br/> 1) <u>да</u>;<br/> 2) <u>нет</u></p> <p><u>Положение 4.</u> <i>Одновременное изменение химического состава поверхности и шероховатости мембран путем иммобилизации на поверхность мембраны гидрофобных наночастиц на основе оксида кремния обеспечивает наиболее высокую степень гидрофобизации с увеличением КУС до 125° с диаметрами пор 315 нм, значение LEP составило 3,5 бар;</i></p> <p>7.1 Доказано ли положение?</p> | <p>Положение 3:</p> <p>7.1. Положение доказано, изучено влияние мономера (стирола), расстояние до УФ-источника, его концентрация, время реакции на степень прививки и значения краевого угла смачивания с сохранением поровой структуры мембраны.</p> <p>7.2. Положение не является тривиальным, так как данный способ модификации ПЭТФ трековых мембран ранее не проводился.</p> <p>7.3. Положение является новым, так как стирол не был ранее использован в фотоиницированной прививочной полимеризации ПЭТФ трековых мембран.</p> <p>7.4. Уровень применения – средний.</p> <p>7.5. Положение доказано в статье «Modification of PET ion track membranes for membrane distillation of low-level liquid radioactive wastes and salt solutions» опубликованном в журнале “Separation and Purification Technology”</p> <p>Положение 4:</p> <p>7.1. Положение доказано, увеличение шероховатости и изменение химического состава поверхности позволило получить гидрофобные ПЭТФ трековые мембраны с максимальным значением краевого угла смачивания</p> <p>7.2. Положение не является тривиальным, так как данный способ модификации ПЭТФ трековых мембран ранее не проводился.</p> |
|--|---|---|

|  |   |   |
|--|---|---|
|  | <p>1) доказано;<br/> 2) скорее доказано;<br/> 3) скорее не доказано;<br/> 4) не доказано</p> <p>7.2 Является ли тривиальным?<br/> 1) да;<br/> 2) <u>нет</u></p> <p>7.3 Является ли новым?<br/> 1) да;<br/> 2) <u>нет</u></p> <p>7.4 Уровень для применения:<br/> 1) <u>узкий</u>;<br/> 2) средний;<br/> 3) широкий</p> <p>7.5 Доказано ли в статье?<br/> 1) <u>да</u>;<br/> 2) нет</p> <p><i>Положение 5. Использование полученных ПЭТФ ТМ с регулярной геометрией пор с возможностью контроля их количества на единицу площади и рекордно узким распределением пор по размерам, а также с достаточно высокими значениями по КУС и LEP (LEP &gt; 2,5 бар, КУС &gt; 90°) обеспечивает высокую селективность мембран в процессах очистки воды от солей, пестицидов и радионуклидов методом МД.</i></p> <p>7.1 Доказано ли положение?<br/> 1) <u>доказано</u>;<br/> 2) скорее доказано;<br/> 3) скорее не доказано;<br/> 4) не доказано</p> <p>7.2 Является ли тривиальным?<br/> 1) да;<br/> 2) <u>нет</u></p> <p>7.3 Является ли новым?</p> | <p>7.3. Положение является новым, так как стирол не был ранее использован в фотоиницированной прививочной полимеризации ПЭТФ трековых мембран.</p> <p>7.4. Уровень применения – узкий.</p> <p>7.5. Положение доказано в статье «Modification of PET Ion-Track Membranes by Silica Nanoparticles for Direct Contact Membrane Distillation of Salt Solutions» опубликованном в журнале “Membranes”</p> <p>Положение 5.</p> <p>7.1. Положение полностью доказано, т.к. благодаря уникальным свойствам трековых мембран на основе полиэтилентерефталата можно добиться высоких значений по степени очистки и производительности.</p> <p>7.2. Положение не является тривиальным.</p> <p>7.3. Данное положение является новым.</p> <p>7.4. Возможность контролирования геометрию пор на единицу площади и распределения пор по размерам делают трековые мембраны широко применимыми для очистки вод от солей, пестицидов и жидких радиоактивных отходов методом мембранной дистилляции.</p> |
|--|---|---|

|  |  |   |
|--|--|---|
|  | <p>1) да;<br/>2) нет<br/>7.4 Уровень для применения:<br/>1) узкий;<br/>2) средний;<br/>3) широкий<br/>7.5 Доказано ли в статье?<br/>1) да;<br/>2) нет</p> <p><i>Положение 6. Результаты применения трековых мембран, гидрофобизованных силанами, триэтоксивинилсиланом, полистиролом, иммобилизацией на поверхность мембраны кремниевых наночастиц для очистки воды от хлорида натрия. Сравнительный анализ производительности и степени очистки воды от солей показал, что мембраны, полученные методом иммобилизации кремниевых наночастиц обладают наиболее высоким значением производительности (15000 г/м<sup>2</sup>·ч) и степенью очистки (~ 93%) при диаметре пор ~ 315 нм. При диаметрах пор 200 и 250 нм производительность составила 2200 и 6500 г/м<sup>2</sup>·ч, а степени очистки – 99% и 98% соответственно;</i></p> <p>7.1 Доказано ли положение?<br/>1) <u>доказано</u>;<br/>2) скорее доказано;<br/>3) скорее не доказано;<br/>4) не доказано<br/>7.2 Является ли тривиальным?<br/>1) да;<br/>2) <u>нет</u><br/>7.3 Является ли новым?<br/>1) <u>да</u>;<br/>2) нет<br/>7.4 Уровень для применения:</p> | <p>7.5. Положение доказаны в обзорной статье «Recent progress in the membrane distillation and impact of track-etched membranes» в журнале Polymers, входящий в базу Scopus и Web of Science, а также в статьях “Modification of PET ion track membranes for membrane distillation of low-level liquid radioactive wastes and salt solutions”, опубликованном в журнале “Separation and Purification Technology”, “Modification of PET Ion-Track Membranes by Silica Nanoparticles for Direct Contact Membrane Distillation of Salt Solutions” опубликованным в журнале “Membranes”.</p> <p>Положение 6.</p> <p>7.1. Положение полностью доказано, соискателем было проведено испытание модифицированных различными способами (поликонденсация силанов, фотоиницированная прививочная полимеризация триэтоксивинилсилана и стирола, иммобилизация кремниевых наночастиц) мембран в очистке воды от соли (хлорид натрия) с различными концентрациями методом мембранной дистилляции.</p> <p>7.2. Положение не является тривиальным.</p> <p>7.3. Данное положение является новым.</p> <p>7.4. Данный способ очистки соли можно широко использовать для обессоливания морской воды, также применим в фармацевтической, химической и текстильной промышленности, для концентрирования соков, для разделения азеотропных смесей.</p> <p>7.5. Положение доказаны в обзорной статье «Recent progress in the membrane distillation and impact of track-</p> |
|--|--|---|

|  |  |   |
|--|--|---|
|  | <p>1) узкий;<br/> 2) средний;<br/> 3) широкий<br/> 7.5 Доказано ли в статье?<br/> 1) да;<br/> 2) нет</p> <p><i>Положение 7. Результаты применения трековых мембран, модифицированных полистиролом для очистки низкоактивных жидких радиоактивных отходов второго контура охлаждения исследовательского реактора ВВР-К (Институт ядерной физики, г.Алматы). Коэффициент дезактивации для мембран с диаметром пор 220 нм составил &gt;85 для <math>^{60}\text{Co}</math>, &gt;1727 для <math>^{137}\text{Cs}</math>, 5 для <math>^{241}\text{Am}</math>. По степени очистки полученные мембраны превзошли в 4 раза коммерческие нановолокнистые ПТФЭ мембраны.</i></p> <p>7.1 Доказано ли положение?<br/> 1) <u>доказано</u>;<br/> 2) скорее доказано;<br/> 3) скорее не доказано;<br/> 4) не доказано</p> <p>7.2 Является ли тривиальным?<br/> 1) да;<br/> 2) <u>нет</u></p> <p>7.3 Является ли новым?<br/> 1) <u>да</u>;<br/> 2) нет</p> <p>7.4 Уровень для применения:<br/> 1) узкий;<br/> 2) <u>средний</u>;<br/> 3) широкий</p> <p>7.5 Доказано ли в статье?<br/> 1) <u>да</u>;<br/> 2) нет</p> | <p>etched membranes» в журнале Polymers, входящий в базу Scopus и Web of Science, а также в статьях “Modification of PET ion track membranes for membrane distillation of low-level liquid radioactive wastes and salt solutions”, опубликованном в журнале “Separation and Purification Technology”, “Modification of PET Ion-Track Membranes by Silica Nanoparticles for Direct Contact Membrane Distillation of Salt Solutions” опубликованным в журнале “Membranes”.</p> <p>Положение 7.</p> <p>7.1. Положение полностью доказано, для оценки активности радиоизотопов <math>^{60}\text{Co}</math>, <math>^{137}\text{Cs}</math> и <math>^{241}\text{Am}</math> использовался гамма-спектрометрический анализ. В ходе эксперимента по очистки жидких радиоактивных отходов низкой активности выявлено значительное преимущество использования модифицированных ПТФЭ трековых мембран в коэффициентах дезактивации, по сравнению с нановолокнистыми ПТФЭ мембранами.</p> <p>7.2. Данное положение является не тривиальным.</p> <p>7.3. Данное положение является новым, так как модифицированные ПТФЭ трековые мембраны не были использованы в очистке ЖРО методом мембранной дистилляции.</p> <p>7.4. Очистка ЖРО с помощью МД позволило бы решить проблему захоронения большого количества низкофонового ЖРО на реакторе ВВР-К (г.Алматы) при Институте ядерной физики, концентрируя их по объему.</p> <p>7.5. Положение доказано в статье «Modification of PET ion track membranes for membrane distillation of low-level liquid radioactive wastes and salt solutions» опубликованным в журнале “Separation and Purification Technology” и в</p> |
|--|--|---|

|    |  |   |   |
|----|--|---|---|
|    |  |   | обзорной статье «Recent progress in the membrane distillation and impact of track-etched membranes» в журнале Polymers, входящих в базу Scopus и Web of Science.  |
| 8. | Принцип достоверности<br>Достоверность источников и предоставляемой информации | 8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана<br>1) да;<br>2) нет   | Методология проводимых исследований обоснована и достаточно подробно описана в обзорной статье. Автор проводит сравнение между конфигурациями мембранной дистилляции, типами мембран используемые в мембранной дистилляции, методами изготовления мембран. В последовательности экспериментов прослеживается логическая структура.  |
|    |  | 8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий:<br>1) да;<br>2) нет  | Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований. Так, для идентификации новых групп на поверхности модифицированных мембран применялись ИК-Фурье спектроскопия, рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия, для изучения морфологии поверхности мембран использовались сканирующая электронная микроскопия, атомно-силовая микроскопия. Соискатель использовал методы гравиметрии, определения краевого угла смачивания, измерения газопроницаемости. |
|    |  | 8.3 Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены экспериментальным исследованием (для направлений подготовки по педагогическим наукам результаты доказаны на основе педагогического эксперимента):<br>1) да;<br>2) нет | Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены экспериментальными исследованиями. Модифицированные ПЭТФ трековые мембраны идентифицированы, их гидрофобные характеристики доказаны физико-химическими и инструментальными методами   |
|    |  | 8.4 Важные утверждения <u>подтверждены</u> /частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу   | Важные утверждения в обзорной статье подтверждены ссылками на актуальную литературу в журналах, входящих в базу данных Scopus и Web of Science за последние 20 лет.   |
|    |  | 8.5 Используемые источники литературы <u>достаточны</u> /не достаточны для литературного обзора   | Обширный список использованной литературы обзорной статьи, включающий 189 источника, свидетельствует о большой работе по анализу проблемы.  |

|     |                                 |  |  |
|-----|---------------------------------|--|--|
| 9   | Принцип практической ценности   | 9.1 Диссертация имеет теоретическое значение:<br>1) да;<br>2) нет  | Диссертационное исследование несет в себе практическое значение.   |
|     |                                 | 9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике:<br>1) да;<br>2) нет                | Диссертация имеет важное практическое применение для опреснения морской воды, засушливых или загрязненных регионов, в сельском хозяйстве для очистки пестицидов низкой концентрации. В работе показано, что модифицированные ПЭТФ трековые мембраны показали высокие показатели по степени очистки и производительности растворов солей.   |
|     |                                 | 9.3 Предложения для практики являются новыми?<br>1) полностью новые;<br>2) частично новые (новыми являются 25-75%);<br>3) не новые (новыми являются менее 25%) | Полученные результаты являются новыми и могут найти широкое применение для опреснения морской воды, в очистке от пестицидов методом мембранной дистилляции.  |
| 10. | Качество написания и оформления | Качество академического письма:<br>1) высокое;<br>2) среднее;<br>3) ниже среднего;<br>4) низкое.   | Диссертационная работа в виде серии статей написана доступным, научным, профессиональным стилем. Имеются следующие замечания, требующие уточнения:<br>1. Необходимо более подробно разъяснить каким образом была определена величина оптимального критического давления полученного мембранного устройства.<br>2. Какова сравнительная оценка производительности полученных трековых мембран с имеющимися аналогами?<br>3. Необходимо дать разъяснение, как проводится очистка поверхности трековых мембран от загрязнителей.<br><br>Указанные замечания не носят принципиального характера и не затрагивают основных положений, выводов и научных результатов работы. |

Решение официального рецензента:

1. Комплексный анализ содержания всех статей по диссертационной работе Есжанова Армана Бахытжановича в полной мере отражают теоретическую и практическую значимость, а также актуальность проведенных исследований. Представленный экспериментальный материал в статьях характеризуется научной новизной и доступным уровнем обобщения и сравнительного анализа полученных результатов.

