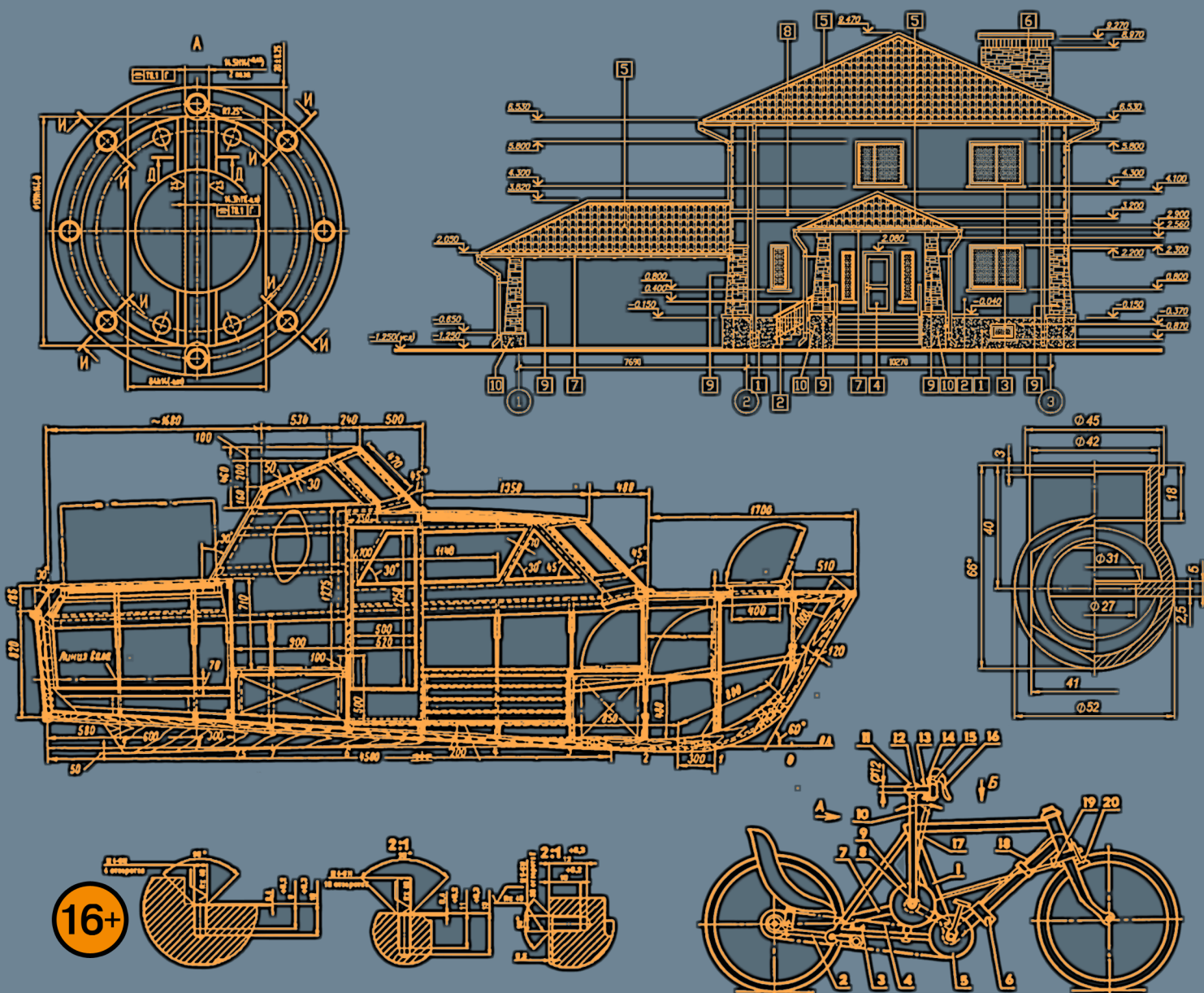


ТЕХНОЛОГИИ ТЕХНИКА ИНЖЕНЕРИЯ

международный научный журнал



ISSN 2410-7352

ТЕХНИКА ТЕХНОЛОГИИ ИНЖЕНЕРИЯ

Международный научный журнал
№ 3 (05) / 2017

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор: Ахметов Ильдар Геннадьевич, *кандидат технических наук*

Члены редакционной коллегии:

Авдеюк Оксана Алексеевна, *кандидат технических наук*

Каленский Александр Васильевич, *доктор физико-математических наук*

Коварда Владимир Васильевич, *кандидат физико-математических наук*

Комогорцев Максим Геннадьевич, *кандидат технических наук*

Котляров Алексей Васильевич, *кандидат геолого-минералогических наук*

Лескова Екатерина Викторовна, *кандидат физико-математических наук*

Мусаева Ума Алиевна, *кандидат технических наук*

Прончев Геннадий Борисович, *кандидат физико-математических наук*

Семахин Андрей Михайлович, *кандидат технических наук*

Сенюшкин Николай Сергеевич, *кандидат технических наук*

Яхина Асия Сергеевна, *кандидат технических наук*

Руководитель редакционного отдела:

Кайнова Галина Анатольевна

Ответственные редакторы:

Осянина Екатерина Игоревна, Вейса Людмила Николаевна

Художник: Шишков Евгений Анатольевич

Верстка: Бурьянов Павел Яковлевич

Почтовый адрес редакции: 420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231.

Фактический адрес редакции: 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

E-mail: info@moluch.ru; <http://www.moluch.ru/>.

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый».

Тираж 500 экз. Дата выхода в свет: 10.07.2017. Цена свободная.

Материалы публикуются в авторской редакции. Все права защищены.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

Журнал размещается и индексируется на портале eLIBRARY.RU, на момент выхода номера в свет журнал не входит в РИНЦ. Журнал включен в международный каталог периодических изданий «Ulrich's Periodicals Directory».

Международный редакционный совет:

Айрян Заруи Геворковна, *кандидат филологических наук, доцент (Армения)*
Арошидзе Паата Леонидович, *доктор экономических наук, ассоциированный профессор (Грузия)*
Атаев Загир Вагитович, *кандидат географических наук, профессор (Россия)*
Ахмеденов Кажмурат Максutowич, *кандидат географических наук, ассоциированный профессор (Казахстан)*
Бидова Бэла Бертовна, *доктор юридических наук, доцент (Россия)*
Борисов Вячеслав Викторович, *доктор педагогических наук, профессор (Украина)*
Велковска Гена Цветкова, *доктор экономических наук, доцент (Болгария)*
Гайич Тамара, *доктор экономических наук (Сербия)*
Данатаров Агахан, *кандидат технических наук (Туркменистан)*
Данилов Александр Максимович, *доктор технических наук, профессор (Россия)*
Демидов Алексей Александрович, *доктор медицинских наук, профессор (Россия)*
Досманбетова Зейнегуль Рамазановна, *доктор философии (PhD) по филологическим наукам (Казахстан)*
Ешиев Абдыракман Молдоалиевич, *доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением (Кыргызстан)*
Жолдошев Сапарбай Тезекбаевич, *доктор медицинских наук, профессор (Кыргызстан)*
Игисинов Нурбек Сагинбекович, *доктор медицинских наук, профессор (Казахстан)*
Кадыров Кутлуг-Бек Бекмуратович, *кандидат педагогических наук, заместитель директора (Узбекистан)*
Кайгородов Иван Борисович, *кандидат физико-математических наук (Бразилия)*
Каленский Александр Васильевич, *доктор физико-математических наук, профессор (Россия)*
Козырева Ольга Анатольевна, *кандидат педагогических наук, доцент (Россия)*
Колпак Евгений Петрович, *доктор физико-математических наук, профессор (Россия)*
Курпаяниди Константин Иванович, *доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)*
Куташов Вячеслав Анатольевич, *доктор медицинских наук, профессор (Россия)*
Лю Цзюань, *доктор филологических наук, профессор (Китай)*
Малес Людмила Владимировна, *доктор социологических наук, доцент (Украина)*
Нагервадзе Марина Алиевна, *доктор биологических наук, профессор (Грузия)*
Нурмамедли Фазиль Алигусейн оглы, *кандидат геолого-минералогических наук (Азербайджан)*
Прокопьев Николай Яковлевич, *доктор медицинских наук, профессор (Россия)*
Прокофьева Марина Анатольевна, *кандидат педагогических наук, доцент (Казахстан)*
Рахматуллин Рафаэль Юсупович, *доктор философских наук, профессор (Россия)*
Ребезов Максим Борисович, *доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Россия)*
Сорока Юлия Георгиевна, *доктор социологических наук, доцент (Украина)*
Узаков Гулом Норбоевич, *доктор технических наук, доцент (Узбекистан)*
Хоналиев Назарали Хоналиевич, *доктор экономических наук, старший научный сотрудник (Таджикистан)*
Хоссейни Амир, *доктор филологических наук (Иран)*
Шарипов Аскар Калиевич, *доктор экономических наук, доцент (Казахстан)*
Шуклина Зинаида Николаевна, *доктор экономических наук (Россия)*

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

СОДЕРЖАНИЕ

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

Гасанов И.Р.

К вопросу о влиянии инерционных сил на фильтрацию нефти в пористой среде. 1

Розыходжаева Д.А., Розыходжаева Г.А.

Методы интеллектуального анализа данных в диагностировании сердечно-сосудистых заболеваний 4

ИНФОРМАТИКА И КИБЕРНЕТИКА

Звягин Л.С.

Анализ систем управления с применением инфлюентного анализа как фундаментальный фактор формирования процессов хозяйственного развития 8

ЭЛЕКТРОНИКА, РАДИОТЕХНИКА И СВЯЗЬ

Яргин С.В.

К вопросу о биологических эффектах электромагнитного излучения радиочастотного диапазона 14

АВТОМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Закиров Р.Г., Абдураимов О.Ш.

Применение волоконно-оптического гироскопа в инерциальных системах воздушных судов малой авиации 19

ЭНЕРГЕТИКА

Яценко А.А.

Выбор способа сжигания топлива и конструкции топki котлоагрегата ТС-35-У 22

МАШИНОСТРОЕНИЕ

Кравченко А.Г., Шилова А.К., Тамба-Тамба В.П., Озерский А.И.

Обзор основных агрегатов систем кондиционирования воздуха летательных аппаратов 24

Хоробрых М.А.

Разработка колесного диска из полимерных композиционных материалов для машин высокой проходимости 27

СТРОИТЕЛЬСТВО

Клековкина М.П., Филиппова К.В.

Инновационные материалы — добавки и стабилизаторы для укрепления грунтов 31

АРХИТЕКТУРА

Акишева В.Д.

Деревянное зодчество в творчестве архитектора А.А. Каретникова 34

Акишева В.Д.	
Сергей Пец — архитектор северного модерна	37
НОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ	
Прокопьев Н.Я., Комаров А.П.	
Устройство для дозированного введения жидкого лекарства в глаз (Патент РФ на полезную модель № 143454)	42
Прокопьев Н.Я., Крючков И.М., Комаров А.П.	
Устройство для щадящего рассечения мягких тканей (Патент РФ на полезную модель № 141182)	47

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

К вопросу о влиянии инерционных сил на фильтрацию нефти в пористой среде

Гасанов Ильяс Раван оглы, кандидат технических наук, инженер

Научно-исследовательский проектный институт «Нефтегаз» (SOCAR) (г. Баку, Азербайджан)

В статье предлагается формула для определения зависимости между градиентом давления, который должен быть дополнительно преодолен, и который связан с влиянием инерционных сил, и депрессией.

Ключевые слова: скорость, инерционные силы, депрессия

In the article the formula for determining the relationship between the pressure gradient (which is related to the influence of the inertial forces and which must be further overcome) and depression.

Keywords: speed, inertial forces, depression

При разработке залежей при больших градиентах давления на фильтрацию жидкости в пористой среде влияют инерционные силы, которые создают дополнительные сопротивления, направленные против движения. Таким образом, при больших скоростях течения природа нелинейности закона фильтрации иная, чем при малых скоростях фильтрации.

Следует также отметить, что наличие у жидкости релаксационных (неравновесных свойств) определяет характер сопротивления при движении в пористой среде. Течение через сужения и расширения поровых каналов сопровождается деформацией жидких частиц. Поскольку релаксирующая жидкость реагирует на изменение условий с некоторым запаздыванием, то в зависимости от скорости движения характер сопротивления будет меняться. Когда течение достаточно медленное, соответственно медленно происходят деформации жидких частиц, и жидкость успевает реагировать на эти изменения. С увеличением скорости движения время прохождения через сужение уменьшается, и жидкие частицы не успевают деформироваться. Это приводит к увеличению сопротивления движения [1, 2].

Предположим фильтрация в пласте происходит по линейному закону Дарси. Пусть $\kappa, \rho, \mu = \text{const}$. Однако под влиянием инерционных сил скорость уменьшается по экспоненциальному закону следующим образом: $e^{-\alpha(p_o - p)}$, где p_o – начальное пластовое давление [3]. Учитывая, что при установившемся режиме

$\frac{dQ}{dr} = 0$, то $\frac{d}{dr} \left(\frac{\kappa}{\mu} \frac{dp}{dr} 2\pi r h e^{-\alpha(p_o - p)} \right) = 0$ или $\frac{d}{dr} \left(r \frac{dp}{dr} e^{-\alpha(p_o - p)} \right) = 0$. Решая последнее уравнение, мы

получаем:

$$\begin{aligned} \frac{dp}{dr} (e^{-\alpha(p_o - p)}) &= \frac{c_1}{r} \Rightarrow \int (e^{-\alpha(p_o - p)}) dp = c_1 \int \frac{dr}{r} + c_2 \Rightarrow \\ \Rightarrow \frac{1}{\alpha} e^{-\alpha(p_o - p)} &= c_1 \ln r + c_2. \end{aligned}$$

$$\text{При } r = r_c \Rightarrow \frac{1}{\alpha} e^{-\alpha(p_o - p_c)} = c_1 \ln r_c + c_2 \quad (1)$$

$$\text{При } r = r_\kappa \Rightarrow \frac{1}{\alpha} e^{-\alpha(p_o - p_\kappa)} = c_1 \ln r_\kappa + c_2 \quad (2)$$

Вычитая из второго уравнения первое, получаем:

$$\frac{1}{\alpha} (e^{-\alpha(p_o - p_\kappa)} - e^{-\alpha(p_o - p_c)}) = c_1 \ln \frac{r_\kappa}{r_c},$$

$$\text{откуда } c_1 = \frac{1}{\ln \frac{r_\kappa}{r_c}} \cdot \frac{1}{\alpha} \left(e^{-\alpha(p_o - p_\kappa)} - e^{-\alpha(p_o - p_c)} \right) \quad (3)$$

Подставляя (3) в (1), получаем:

$$c_2 = \frac{1}{\alpha} e^{-\alpha(p_o - p_c)} - \frac{\ln r_c}{\alpha \ln \frac{r_\kappa}{r_c}} \left(e^{-\alpha(p_o - p_\kappa)} - e^{-\alpha(p_o - p_c)} \right) \quad (4)$$

Подставляя (3) и (4) в $\frac{1}{\alpha} e^{-\alpha(p_o - p)} = c_1 \ln r + c_2$, получаем:

$$\frac{1}{\alpha} e^{-\alpha(p_o - p)} = \frac{\ln r}{\alpha \ln \frac{r_\kappa}{r_c}} \left(e^{-\alpha(p_o - p_\kappa)} - e^{-\alpha(p_o - p_c)} \right) + \frac{1}{\alpha} e^{-\alpha(p_o - p_c)} - \frac{\ln r_c}{\alpha \ln \frac{r_\kappa}{r_c}} \left(e^{-\alpha(p_o - p_\kappa)} - e^{-\alpha(p_o - p_c)} \right)$$

$$\frac{1}{\alpha} \left(e^{-\alpha(p_o - p)} - e^{-\alpha(p_o - p_c)} \right) = \frac{\ln \frac{r}{r_c}}{\alpha \ln \frac{r_\kappa}{r_c}} \left(e^{-\alpha(p_o - p_\kappa)} - e^{-\alpha(p_o - p_c)} \right)$$

$$\text{или } \frac{e^{-\alpha(p_o - p)} - e^{-\alpha(p_o - p_c)}}{e^{-\alpha(p_o - p_\kappa)} - e^{-\alpha(p_o - p_c)}} = \frac{\ln \frac{r}{r_c}}{\ln \frac{r_\kappa}{r_c}}.$$

$$\text{При } p_o = p_\kappa \text{ имеем } \frac{e^{-\alpha(p_\kappa - p)} - e^{-\alpha(p_\kappa - p_c)}}{1 - e^{-\alpha(p_\kappa - p_c)}} = \frac{\ln \frac{r}{r_c}}{\ln \frac{r_\kappa}{r_c}} \quad (5)$$

Распределение давления имеет следующий вид:

$$p = p_\kappa + \frac{1}{\alpha} \ln \left[e^{-\alpha(p_\kappa - p_c)} + \left(1 - e^{-\alpha(p_\kappa - p_c)} \right) \frac{\ln \frac{r}{r_c}}{\ln \frac{r_\kappa}{r_c}} \right] \quad (6)$$

Тогда для дебита после несложных преобразований, получаем:

$$Q = 2\pi r h \frac{\kappa}{\mu} \frac{dp}{dr} e^{-\alpha(p_\kappa - p)} = \frac{2\pi \kappa h}{\mu \ln \frac{r_\kappa}{r_c}} \left(\frac{1 - e^{-\alpha(p_\kappa - p_c)}}{\alpha} \right).$$

Приравнявая дебиты полученными двумя способами, имеем:

$$\frac{2\pi \kappa h}{\mu \ln \frac{r_\kappa}{r_c}} \frac{(1 - e^{-\alpha(p_\kappa - p_c)})}{\alpha} = \frac{2\pi \kappa h}{\eta_l \mu \ln \frac{r_\kappa}{r_c}} (p_\kappa - p_c - \Delta p_1) \quad (7)$$

Здесь $Q = \frac{2\pi \kappa h}{\eta_l \mu \ln \frac{r_\kappa}{r_c}} (\Delta p - \Delta p_1)$ получается использованием результата решения кубического уравнения

$$av^3 + bv^2 + v - \frac{k}{\mu} \nabla p = 0,$$

где

$$\Delta p_1 = \frac{\mu}{\kappa} \xi_1 (\eta_1 - 1) + \frac{\mu Q_o}{h \kappa}, \quad Q_o = 2 A \xi_1^3, \quad \xi_1 = \frac{2b}{3a} \cdot \frac{\ln \frac{r_\kappa}{r_c}}{\frac{1}{r_c} + \frac{1}{r_\kappa}},$$

$$\eta_1 = A \left(\sqrt[3]{\left(-\frac{q_1}{2} + \sqrt{D_1}\right)^2} + \sqrt[3]{\left(\frac{q_1}{2} + \sqrt{D_1}\right)^2} + \frac{p_1}{3} \right), \quad A = \frac{a}{2 \ln^3 \frac{r_\kappa}{r_c}} \left(\frac{1}{r_c^2} - \frac{1}{r_\kappa^2} \right),$$

$$q_1 = 2 \xi_1^3 - \frac{1}{A} \xi_1 - \frac{1}{A} \frac{\kappa}{\mu} \Delta p, \quad p_1 = \frac{1}{A} - 3 \xi_1^2, \quad D_1 = \left(\frac{q_1}{2} \right)^2 + \left(\frac{p_1}{3} \right)^3.$$

Из (7) получается $\frac{1 - e^{-\alpha(p_\kappa - p_c)}}{\alpha} = \frac{p_\kappa - p_c - \Delta p_1}{\eta_1}.$ (8)

Учитывая, что $\Delta p = p_\kappa - p_c$ и разлагая $e^{-\alpha \Delta p}$ в ряд, получаем:

$$\frac{1}{\alpha} \left(1 - \left(1 - \alpha \Delta p + \frac{\alpha^2 \Delta p^2}{2!} - \frac{\alpha^3 \Delta p^3}{3!} + \dots \right) \right) = \Delta p - \frac{\alpha \Delta p^2}{2} + \frac{\alpha^2 \Delta p^3}{6} - \dots.$$

$$1 - Q \left/ \frac{2 \pi \kappa h}{\mu \ln \frac{r_\kappa}{r_c}} \right/$$

Взяв четыре члена разложения, мы в графике $\frac{1 - Q \left/ \frac{2 \pi \kappa h}{\mu \ln \frac{r_\kappa}{r_c}} \right/}{\Delta p} = \frac{\alpha}{2} - \frac{\alpha^2}{6} \Delta p$ от Δp по точке пересечения прямой с осью ординат получаем значение $\frac{\alpha}{2}$, следовательно, и α . Для проверки правильности, учитывая, что угловой коэффициент $tg \varphi = -\frac{\alpha^2}{6}$, мы сравниваем полученное значением α со значением $\alpha = \sqrt{-6 tg \varphi}$. Здесь $\alpha > 0$, $tg \varphi < 0$.

Таким образом, найдя α и построив график $\Delta p_1 = \Delta p - \frac{\eta_1 (1 - e^{-\alpha \Delta p})}{\alpha}$ от Δp , мы находим значения Δp_1 в зависимости от Δp , то есть градиент давления, который нужно дополнительно преодолеть и который связан с влиянием инерционных сил.

$$1 - Q \left/ \frac{2 \pi \kappa h}{\mu \ln \frac{r_\kappa}{r_c}} \right/ \Delta p$$

Таким образом, построив график $\frac{1 - Q \left/ \frac{2 \pi \kappa h}{\mu \ln \frac{r_\kappa}{r_c}} \right/}{\Delta p}$ по точке пересечения графика с осью ординат, мы можем получить значение α . А далее, построив график $\Delta p - \frac{\eta_1 (1 - e^{-\alpha(p_\kappa - p_c)})}{\alpha}$ от Δp , получаем зависимость значения Δp_1 от Δp . Следует отметить, что если влияния инерционных сил отсутствуют, то

$$1 - Q \left/ \frac{2 \pi \kappa h}{\mu \ln \frac{r_\kappa}{r_c}} \right/ \Delta p = 0 \quad \alpha = 0, \text{ т. е. мы получим закон Дюпюи.}$$

Литература:

1. А.Х. Мирзаджанзаде, О.Л. Кузнецов, Х.С. Басниев, З.С. Алиев. Основа технологии добычи газа. — М.: Недра, 2003, 880 с.

2. А. Х. Мирзаджанзаде, И. М. Аметов, А. Г. Ковалев. Физика нефтяного и газового пласта. — Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2005, 280 с.
3. А. Т. Горбунов. Разработка аномальных месторождений. — М.: Недра, 1981, 240 с.

Методы интеллектуального анализа данных в диагностировании сердечно-сосудистых заболеваний

Розыходжаева Дилдора Абрововна, ассистент

Ташкентский университет информационных технологий имени аль-Хорезми (Узбекистан)

Розыходжаева Гульнора Ахмедовна, доктор медицинских наук, заведующая отделом

Центральная клиническая больница № 1 медико-санитарного объединения (г. Ташкент, Узбекистан)

На сегодняшний день проблема высокой смертности населения ввиду сердечно-сосудистых заболеваний остается одной из самых критичных проблем здравоохранения. Люди, страдающие заболеваниями сердца или подвергающиеся высокому риску их возникновения, нуждаются в раннем выявлении и оказании помощи путем консультирования и, при необходимости, приема лекарственных средств и госпитализации.

Благодаря стремительному развитию информационно-коммуникационных технологий, способствующих быстрому накоплению, обработке и передаче на расстояние больших объемов цифровой информации, появилась возможность производить анализ огромных массивов данных и, используя их в качестве обучающей выборки, строить сложные математические модели для принятия врачебных решений. Для реализации подобных задач создаются специализированные информационные системы поддержки принятия решений, основное предназначение которых состоит в формализации слабоструктурированных и неструктурированных задач планирования, прогнозирования и управления [1].

Интеллектуальный анализ данных в медицине, применяемый для построения медицинских диагностических систем, предназначен для того, чтобы помочь врачу, в частности, малоопытному специалисту, свести к минимуму диагностические ошибки и ускорить процесс принятия решения для повышения качества медицинского обслуживания. Различные алгоритмы, связанные с интеллектуальным анализом данных, значительно помогают понять медицинские данные более четко путем выделения патологических данных из нормальных данных, поддержки принятия решений, а также визуализации и идентификации скрытых сложных взаимосвязей между диагностическими особенностями разных групп пациентов. [2]

Индуктивные методы обучения, такие как наивный байесовский классификатор, имеют большой успех в построении классификационных моделей с целью минимизации ошибок классификации. В качестве модификации алгоритма многие предыдущие исследования индуктивного обучения также рассматривали способы сведения к минимуму затрат на ошибки классификации, такие как стоимость ложных срабатываний и стоимость ложного отрицания в задачах бинарной классификации. [3]

Издержки неправильной классификацией полезны при принятии решения о том, склонна ли разработанная модель принимать правильные решения о присвоении меток класса для новых данных, но это не единственные издержки, которые необходимо учитывать на практике. При проведении классификации по новому примеру мы часто рассматриваем «затраты на испытания», когда недостающие значения должны быть получены с помощью физических «тестов», которые сами по себе несут расходы. Эти затраты часто также важны, как и ошибки в классификации.

В качестве примера рассмотрим задачу медицинской практики, которая исследует приходящих пациентов с определенными заболеваниями. Предположим, что предыдущий опыт врачей был скомпилирован в классификационную модель, такую как наивный байесовский классификатор. При диагностировании нового пациента часто бывает, что определенная информация для этого пациента может еще не быть известна; Например, анализ крови или рентгеновский анализ, возможно, еще не были проведены. Выполнение этих тестов повлечет за собой определенные дополнительные расходы, но различные тесты могут обеспечить различные информационные ценности для минимизации затрат на неправильную классификацию. Именно балансирование двух видов расходов — а именно, затрат на неправильную классификацию и затрат на испытания — определяет, какие тесты будут выполняться.

Задачи, которые влекут за собой как неправильную классификацию, так и затраты на исследования, изобилуют в практике: от постановки медицинского диагноза до научного исследования и разработки новых лекарственных средств. Одним из возможных подходов решения проблемы является использование стратегии наивной классификации Байеса при рассмотрении недостающих значений. То есть, когда тестовый случай классифицируется наивным классификатором Байеса, и обнаруживается, что у атрибута есть пропущенное значение, тест не будет выполнен для получения его значения; Вместо этого атрибут просто игнорируется в данном вычислении. Задача с этим подходом

заключается в том, что она игнорирует возможность получения отсутствующего значения со стоимостью и, таким образом, уменьшает стоимость ошибки классификации и общую стоимость исследования.

Байесовский классификатор представляет собой широкий класс алгоритмов классификации, основанный на принципе максимума апостериорной вероятности. Для классифицируемого объекта вычисляются функции правдоподобия каждого из классов, по ним вычисляются апостериорные вероятности классов. Объект относится к тому классу, для которого апостериорная вероятность максимальна. Алгоритм предполагает, что наличие какого-либо одного признака в классе не связано с наличием какого-либо другого признака.

Упрощенно формулу для данного алгоритма можно представить следующим образом

$$P(H_k | A) = \frac{P(H_k) * P(A | H_k)}{P(A)}, \quad (1)$$

где $P(H_k)$ — априорная вероятность события H_k

$P(H_k|A)$ — вероятность события H_k при наступлении A

$P(A|H_k)$ — вероятность события A при наступлении H_k

$P(A)$ — полная вероятность события A

В качестве примера можно рассмотреть работы таких ученых как Роберт С. Ледли и Ли Б. Ластид, в которой излагается использование формулы Байеса для оценки вероятности постановки диагноза на основе предположения о том, что данные/симптомы для конкретного заболевания не являются взаимозависимыми. Например, вероятность того, что у пациента с симптомами кашля и лихорадки есть диагноз пневмония, вычисляется как:

$$P(\text{pneumonia}) \times \frac{P(\text{cough} | \text{pneumonia}) \times P(\text{fever} | \text{pneumonia})}{P(\text{cough} | \text{fever})}, \quad (2)$$

где $P(\text{cough} | \text{pneumonia})$ указывает на вероятность кашля с учетом диагноза пневмонии. Предположение, сделанное для упрощения, состоит в том, что зависимость между лихорадкой и кашлем отсутствует. [4]

Одним из самых ранних исследований подхода Наивного Байеса занимался Гомер Уорнер из Университета штата Юта. Уорнер создал вероятностную модель для диагностики пациентов с одним из 35 врожденных пороков сердца. [5] Модель исследовала частоту вхождения каждого из 50 различных признаков при выявлении каждого заболевания и распространенность заболевания в популяции пациентов, направляемых в его лабораторию. Исследование Уорнера привело к разработке информационной системы HELP [6], которая стала первой информационной системой в больницах с модулями поддержки принятия решений. На протяжении многих лет функции поддержки принятия решений расширялись, чтобы предоставлять предупреждения, напоминания, интерпретацию данных, диагностику пациентов, рекомендации по управлению пациентами и клинические протоколы.

Другие ранние применения байесовского подхода включают диагностику гематологических нарушений и аппендицита. Более поздние разработки применялись для лечения боли в животе, одонтогенных повреждений, онкологии, заболеваний печени, панкреатита, болезни легких, стоматологии, гинекологии, неврологии, ревматологии, дерматопатологии, офтальмологии, гематопатологии, гипертонии, сердечных заболеваний, побочных реакций и патологии кишечника. Многие приложения, основанные на наивном байесовском классификаторе, достигли производительности, которая была сопоставима с человеческими врачами, и некоторые из них были успешно развернуты в медицинских учреждениях.

Преимущество модели Байеса заключается в том, что она позволяет осуществить классификации в случаях отсутствия части входных признаков, в отличие от других широко применяемых на сегодняшний день математических моделей. Такое свойство позволяет ускорить процесс принятия решений в кардиологии, основываясь только на имеющихся в момент проведения исследования данных.

Для исследования модели принятия решений при диагностике диастолической дисфункции левого желудочка (ДДЛЖ) на основе корреляционного анализа данных были выявлены 26 входных признаков, наиболее ярко влияющих на выявление данной патологии. Для каждого выявленного нарушения параметра на основе обучающей выборки рассчитан вектор частоты вхождения признака в случае обнаружения и отсутствия ДДЛЖ (Таблица 1). Предварительно обучающая выборка была подвергнута процессу нормализации путем замены числовых признаков на показатель выявления/не выявления нарушения.

С помощью полученной итоговой матрицы проведен ряд экспериментов по выявлению ДДЛЖ на основе различного набора входных параметров. Эксперимент заключался в вычислении показателей вероятности выявления ДДЛЖ и его отсутствия. При этом в классификации выигрывал тот показатель, значения которого было больше.

Так, для набора параметров x^2 , x^3 , x_7 , x_8 , x_9 , x_{10} , x_{13} , x_{16} , x_{17} , x_{26} показатель вероятности наличия ДДЛЖ составил 0,00026553, а показатель отсутствия — 0,00842964, следовательно, модель в качестве ответа сообщит пользователю об отсутствии исследуемой патологии у больного, что, в действительности, является верным ответом. В случае, когда в качестве входных параметров наблюдались x_1 , x_7 , x_{11} , x_{12} , x_{13} , x_{18} , x_{19} , x_{26} модель выдала показа-

Частота вхождения параметра при выявленной и отсутствующей патологии

№	Наименование признака	При выявленном ДДЛЖ	При отсутствии ДДЛЖ
1	Каротидная энда́ртерэктомия	0,67052	0,081395
2	Хроническая сердечная недостаточность	0,36416	0,75
3	Наличие нарушения согласно NYHA	0,30636	0,69186
4	Сахарный диабет	0,50867	0,25
5	Курение	0,22543	0,05814
6	Положительный семейный анамнез	0,13873	0,023256
7	Наличие инсульта	0,49711	0,22093
8	Дисциркуляторная энцефалопатия	0,24855	0,69186
9	Остеохондроз	0,24855	0,656977
10	Заболевания желудочно-кишечного тракта	0,30058	0,860465
11	Ингибиторы АПФ, блокаторы ангиотензиновых рецепторов	0,84971	0,604651
12	Прием статинов	0,6185	0,343023
13	Прием аспирина	0,88439	0,715116
14	Наличие нарушения общего холестерина крови	0,0289	0,261628
15	Наличие нарушения липопротеидов низкой плотности	0,0289	0,145349
16	Наличие нарушения индекса атерогенности	0,7052	0,889535
17	Наличие нарушения коэффициента атерогенности	0,84393	0,918605
18	Наличие нарушения степени каротидного стеноза	0,9711	0,837209
19	Наличие опасного тип атеросклеротической бляшки	0,91329	0,889535
20	Наличие нарушения конечно-диастолического объема левого желудочка	0,23699	0,47093
21	Наличие нарушения диаметра левого предсердия	0,3526	0,25
22	Наличие нарушения конечно-систолического размера левого желудочка	0,54913	0,168605
23	Наличие нарушения конечно-систолического объема левого желудочка	0,76879	0,511628
24	Наличие нарушения толщины межжелудочковой перегородки	0,83237	0,244186
25	Наличие нарушения ударного объема сердца	0,4104	0,319767
26	Наличие нарушения толщины задней стенки левого желудочка	0,97688	0,645349
	Общая частота выявления ДДЛЖ	0,50145	

тели, равные 0,0673070 и 0,0006391 для наличия и отсутствия заболевания соответственно, следовательно, система выдает заключение об обнаружении у пациента отклонения.

Увеличение количества входных параметров также не оказало влияние на точность работы системы. Так, на экспериментальном примере из 18 входных параметров, которые включали x^2 , x_5 , x_7 , x_8 , x_9 , x_{10} , x_{11} , x_{12} , x_{13} , x_{16} , x_{17} , x_{18} , x_{19} , x_{20} , x_{21} , x_{23} , x_{25} , x_{26} , система сумела верно диагностировать ДДЛЖ с результатами показателей вероятности 0,0000024 против 0,0000021.

Таким образом, Байесовский классификатор достаточно адекватно определяет нарушения, присваивая им относительно высокую априорную вероятность в отдельных клинических случаях. Модель проста в реализации и имеет низкие вычислительные затраты при обучении и классификации. Однако, следует отметить, что в случаях, когда значения параметров вероятности достаточно близки друг к другу, стоит запросить ввод дополнительных данных, либо оставить право принятия решения за медицинским работником.

Литература:

1. Халафян, А. А. Анализ и синтез медицинских систем поддержки принятия решений на основе технологий статистического моделирования: автореф. дис.... д-р. тех. наук: 05.13.01. Краснодар, 2010.
2. U. Rajendra Acharya, Wenwei Yu Data Mining Techniques in Medical Informatics // The Open Medical Informatics Journal. — 2010. — № 4, p. 21–22

3. Xiaoyong Chai, Lin Deng, Qiang Yang, Charles X. Ling Test-Cost Sensitive Naive Bayes Classification // Proceedings of the Fourth IEEE International Conference on Data Mining. — 2004. — № ICDM «04, p. 51–58.
4. Robert, S. Ledley and Lee B. Lusted. Reasoning foundations of medical diagnosis; symbolic logic, probability, and value theory aid our understanding of how physicians reason. *Science*, 130 (3366):9–21, 1959.
5. H. R. Warner, A. F. Toronto, L. G. Veasey, and R. Stephenson. A mathematical approach to medical diagnosis. application to congenital heart disease. *JAMA: the journal of the American Medical Association*, 177:177–183, July 1961.
6. R. S. Evans. The help system: a review of clinical applications in infectious diseases and antibiotic use. *M. D. computing: computers in medical practice*, 8 (5), 1991.

ИНФОРМАТИКА И КИБЕРНЕТИКА

Анализ систем управления с применением инфлюентного анализа как фундаментальный фактор формирования процессов хозяйственного развития

Звягин Леонид Сергеевич, кандидат экономических наук,
 Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации (Финуниверситет), Financial University

Проблема принятия решений и анализа систем управления в организации при недостатке или при неточности данных образует целую группу исследований методов решения многокритериальных задач. Выбор наиболее оптимального решения очень часто затрудняют многие факторы. В разных организациях они могут быть абсолютно различны. Наиболее важная цель формирования процессов хозяйственного развития в современной экономике и управлении — это определить влияние инфлюентного анализа на процесс принятия решений, определить важность данного метода, оценив его преимущества и недостатки.

Ключевые слова: метод, инфлюентный анализ, система, моделирование, процессы

Analysis of control systems with the use of inflation analysis, as a fundamental factor in the formation of economic development processes

The problem of decision-making and analysis of management systems in an organization with a lack or inaccuracy of data forms a whole group of research methods for solving multicriteria problems. The choice of the most optimal solution is often complicated by many factors. In different organizations, they can be completely different. The most important goal of forming economic development processes in the modern economy and management is to determine the influence of the influenza analysis on the decision-making process, to determine the importance of this method, assessing its advantages and disadvantages.

Keywords: method, influenza analysis, system, modeling, processes

Проанализировав и рассмотрев множество методов исследования систем управления и принятия решений, можно говорить о том, что инфлюентный анализ является один из самых достоверных и оптимальных методов по сравнению со всеми. Но стоит заметить, что выбор наилучшего варианта из всех решений усложняется некоторыми факторами: отсутствует формализованной связи между признаками и самим объектом, необъективные или неточные исходные данные. Из всех методов инфлюентного анализа самым удобным и безопасным является интегральный метод, но минусом этого подхода является то, формулы этого метода очень сложные и загроможденные, именно поэтому чаще используют логарифмирование. Как правило, методы решения задачи инфлюентного анализа формулируются алгоритмически и ориентируются на применение ЭВМ. Когда необходимо проанализировать множество факторов, организации приходится применять не один метод, а несколько, а впоследствии сравнить их и найти оптимальное решение, которое будет реализовывать по достижению поставленной цели.

Существует множество методов исследования систем управления. Перед тем как перейти к детерминированным методам, следует рассмотреть остальные и выделить их недостатки по сравнению с инфлюентным анализом. Первая группа методов — это эвристические методы исследования систем управления. Направление данных исследований включает в себя методы активизации технологии творчества, ассоциативные методы, метод мозгового штурма, метод синектики. Первые методы являются наиболее популярными, поэтому я рассмотрю метод синектики. Само слово синектика — это объединение воедино разных несовместимых элементов системы. Идея этого метода заключается в соединении отдельных людей, которые обладают каким-то творческими способностями, в одну группу для совместной работы, которая направлена на формулирование и решение конкретной задачи или ряда задач. Обычно

происходит формирование постоянных групп, которые включают в себя 5–7 людей разных специальностей и направлений, которым помогают развить свои творческие задатки профессиональные люди. Каждый метод исследования систем управления имеет какую-либо теоретическую базу, на которой и основан сам метод. Метод синектики не стал исключением; он также обладает теоретической основой, которая базируется на высказываниях и утверждениях о том, что творческий процесс познаваем и его можно организовать, учитывая все рациональные принципы. Также важной частью собрания этих групп людей является то, что на них приглашаются эксперты (люди, которые специализируются на решении данной проблемы), которые объясняют основные черты проблемной ситуации. Перед экспертом стоит множество задач, но главная его задача заключается в определении полезных идей в результате анализа высказываний по данной проблеме. Чаще всего первые идеи имеют слабые стороны своего решения. На них и должен указать эксперт и объяснить суть сложившейся проблемной ситуации. Данный этап именуется, как «проблема как она дана». Далее начинается анализ проблемы. На этом этапе необходимо неизвестную и непонятную часть проблемы или проблемы представить в более привычную и понятную проблему. Каждый участник группы, в том числе и сам эксперт, обязан сформулировать одну цель решения проблемы. Как правило, этот этап характеризуется делением одной проблемы на несколько более простых. Наиболее удачная формулировка цели фиксируется руководителем. Далее происходит поиск решений проблемы так, как она указана в выбранной цели. На этом этапе формулируется новая точка зрения на проблему и проблемную ситуацию. Обычно при синектическом процессе наблюдается попытка изменить неизвестное на привычное и знакомое и наоборот. Для этого люди применяют четыре вида аналогий: личная, прямая, символическая и фантастическая. Все эти виды включают в себя разные отождествляющие процессы. После этого необходимо вернуться либо ко 1-му, либо к 2-му этапу с новыми обнаруженными идеями и рассмотреть их возможности. Важным составляющим этого этапа является оценка и критика эксперта. И в заключении метод синектики включает в себя развитие конкретной идеи, которая была признана наиболее эффективной и наилучшей.

Следующая группа методов — это формализованные методы исследования систем управления. Они тоже включают в себя множество методов: параметрический метод, морфологический метод (метод организующих понятий, метод «матриц открытия», метод десятичных матриц поиска, метод семикратного поиска), комбинаторный метод, методы логического поиска (метод И-ИИ-дерево, метод логического мышления), метод «букета проблем», методы поиска технических решений. Из всех этих методов одним из наиболее эффективных можно выделить морфологический метод. Сущность этого метода состоит в том, что в совершенствуемой системе выделяются некоторые структурные и функциональные морфологические признаки. Каждый данный признак может характеризовать какой-то определенный параметр или какую-то составляющую системы, от которой будет зависеть решение данной проблемы и результат, т. е. достижение основной цели. Данный метод выполняется в 5 этапов. 1 этап: конкретная точная формулировка проблемы, которая подлежит решению. 2 этап: составление списка всех важных (морфологических) составляющих объекта, от которых зависит решение проблемной ситуации и достижение поставленной цели. 3 этап: составление матрицы для возможности раскрытия всех возможных вариантов по каждой морфологической характеристике. И последний этап: выбор наиболее оптимальных и эффективных решений. Данный метод является достаточно эффективным для определения решения проблем, но многие факторы в ней не учтены, например, необъективные исходные данные.

Далее представлена группа статистических методов анализа систем управления (регрессионный анализ, корреляционный анализ, дисперсионный анализ, ковариационный анализ, метод временных рядов, метод главных компонентов, факторный анализ). Данное направление методов учитывает больше факторов, чем все предыдущие. Сущность этой группы заключается в обработке случайной выборки, которая представлена N количеством независимых экспериментов. Главное примечание — это то, что выборка должна быть достаточно полной, т. е. объем обрабатываемой информации должен быть достаточен для получения результатов с требуемой точностью. Как правило, эти методы применяются для исследования процессов и объектов по результатам массовых экспериментов со случайными параметрами. Например, процесс статистического характера может быть представлен появлением сбоев или неисправностей при работе технической системы управления, а исследование случайностей как инструмента эксперимента может изображать вероятностные методы поиска экстремума некоторой функции.

И наконец следующее направление исследования систем управления, включает в себя детерминированные методы анализа систем управления. Это направление основывается на инфлюэнтном анализе. Но прежде чем к нему перейти, надо рассмотреть сущность и область применения детерминированных методов. Сущность методов заключается в нахождении оценок влияния изменения параметров на величину изменения самого показателя. Данные методы, как правило, применяются для анализа и исследования систем управления и процессов по результатам эксперимента на математической модели с детерминированными (неслучайными) переменными. Не всегда можно применить детерминированные методы, возможность применения зависит от возможности дифференцирования функции и числа переменных. Инфлюэнтный анализ используется при алгоритмическом задании функции.

Принятие решений — это один из основных этапов процесса управления в общественных (организационных) системах. Также принятие — решение — это выбор одной из альтернативных предлагаемых стратегий или каких-либо способов действий, которые направлены на достижение цели. Для чего вообще используется теория принятия решений? Она применяется, тогда, когда необходимо сделать выбор варианта действия в условиях риска или наличия каких-то

неопределенностей. Как правило, такие условия появляются, если начальная информация выражается через вероятностные характеристики, либо начальные данные заданы неопределенно, к примеру, интервалами изменения или вообще только названием. Сущность данной теории заключается в выборе допустимого управления $u \in U$ из множества всех возможных U , которое обеспечивает достижение цели, исходя из заданных критерием эффективности $u \in G$. Но в математической теории присутствует субъективность теории принятия решений, которая заключается в выборе критерия вычислительной процедуры, именно поэтому лицу, которое опирается в своих действиях на полученный результат, необходимо обладать следующим: степенью оптимальности и надежностью, т. е. величиной риска.

Алгоритм вычисления зависит от вида информации, критерия выбора решения и количества этапов принятия решений. Задачи синтеза принятия решения подразделяются на одноэтапные и многоэтапные. Последние задачи выражаются обычно деревом решений.

Принятие решений-это очень важная составляющая любой системы управления, поэтому к решению этой проблемы нужно подходить со всей ответственностью. Существует множество методов принятия решений, чаще всего используют простые методы принятия решений. Это методы, которые не требуют применения развитого математического аппарата. Но помимо этих методов, выделяют и другие, например, такие как экспертные методы принятия решений. Сущность этих методов заключается в том, что решения можно принимать, как на объективных данных, так и на основе мнений специалистов (экспертов). Многие области анализа используют разнообразные методы экспертных оценок. Менеджеры и экономисты должны принимать решений об экономических и иных проектах и инвестициях, а также последствия, которые скажутся через лет 10 или 20. Для того, чтобы принять верное и оптимальное решение необходимо опираться на опыт, навыки и знания специалистов. Если давать определение методам экспертных оценок, то его можно сформулировать так: это методы предприятий работы с экспертами и обработки мнений экспертов. Эти мнения чаще всего выражены либо в количественной, либо в качественной форме. Как правило, исследования на основании экспертных мнений проводят для того, чтобы подготовить информацию для принятия решений ЛПР (лицо принимающее решение). На самом деле, чтобы принять верное решение, можно применять различные методы, которые могут быть как связаны с математическим аппаратом, так и нет.

Ранее было сказано про статистические методы, следует добавить, что важнейшим составляющим статистического анализа показателей деятельности организации является факторный анализ, которые исследует влияние отдельных факторов на изменение общего (обобщающего) показателя. При таких видах анализа деятельности предприятия, как финансовый, экономический и инвестиционный требует такой метод, который основывается на оценки величины приращения обобщающего показателя под влиянием изменения каждого другого показателя (фактора). Данный метод схож с факторным, но им не является. Этот тип можно именовать, как и инфлюэнтный факторный анализ. Данный метод заключается в выделении факторов из среды при составлении моделей, связанных с экономическим ростом, с определением влияния этих факторов на результаты, которые показывают продуктивность (эффективность) функционирования экономик стран. Сконструируем мультипликативные модели, т. е. влияние параметров на искомый показатель: $Y = X_1 X_2 \dots X_n$. Если взять данные за два периода: за базовый и текущий, то модель будет располагать к статистическому анализу в рамках индексного метода. Двухфакторная модель-это $y = x_1 x_2$ (произведение двух факторов). Можно по формуле вычислить темп роста изменения искомого показателя Y : $T_y = \frac{y^1}{y^0}$, где y^1 - значение показателя в текущем периоде, а y^0 - тоже значение этого показателя, но уже в базисном периоде.

$$T_y = \frac{y^1}{y^0} = \frac{x_1^1 x_2^1}{x_1^0 x_2^0} = T_{x_1} T_{x_2}$$

Проанализировав данный метод, возникает вопрос, а для чего нужен инфлюэнтный анализ, его этот метод является эффективным для решения подобных задач. Дело в то, что до сих пор остается проблема определения влияния и воздействия факторов на конечный результат в абсолютном выражении. Инфлюэнтный анализ, как раз, может определить оценки разных видов взаимосвязи между изменениями факторов и изменением величин показателя деятельного какой-то результирующей системы. Эти полученные оценки или по-другому инфлюэнты составляют базу при процессе принятия решений. Но стоит отметить, что не всегда есть возможность получить данные оценки. Тем не менее, важность необходимости получения таких оценок нельзя оспаривать, так как именно они являются основными и первыми для рассмотрения и для принятия решения по улучшению организационных систем.

Теперь, рассмотрим сам инфлюэнтный анализ и его общий вид. Как уже было сказано, суть инфлюэнтного анализа заключается в расчете оценок $A(\Delta x_i)$ влияния Δx_i факторов (параметров) на величину изменений ΔY показателя.

ΔY можно представить, как алгебраическую сумму: $\sum_{i=1}^n A(\Delta x_i)$

Составляющие $A(\Delta x_i)$ разложения приращения ΔY принято называть инфлюентами. И поэтому задачей инфлюентного анализа является найти эти инфлюэнты и выявить их направленности, а также степени влияния изменения факторов (параметров):

$$\Delta x_i = \Delta x_i^{(1)} - \Delta x_i^{(0)} \text{ на изменения данного искомого показателя}$$

$$\Delta Y = y^{(1)} - y^{(0)}$$

Но при всем этом значения $\{x_i^{(0)}, y^{(0)}, x_i^{(1)}, y^{(1)}\}$ называются терминальными; данные факторы: $y^{(1)}$ и $x^{(1)}$ — обычно рассматриваются в качестве реальных факторов, а $y^{(0)}$ и $x^{(0)}$ в качестве тех факторов, которые надо достичь, как правило, — это плановые, желаемые и другие.

Если рассмотреть данную математическую модель: $Y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$, то наиболее простым методом будет являться такой метод, как метод цепных подстановок. Он заключается в то, чтобы подставить в функцию Y в конкретном порядке номинальных $x_i^{(0)}$ и фактических $x_i^{(1)}$ факторов и произвести вычисление инфлюэнтов по нижеприведённым формулам:

$$A(\Delta x_1) = f(x_1^{(1)}, x_2^{(0)}, \dots, x_n^{(0)}) - f(x_1^{(0)}, x_2^{(0)}, \dots, x_n^{(0)});$$

$$A(\Delta x_2) = f(x_1^{(1)}, x_2^{(1)}, x_3^{(0)}, \dots, x_n^{(0)}) - f(x_1^{(1)}, x_2^{(0)}, x_3^{(0)}, \dots, x_n^{(0)});$$

.....

$$A(\Delta x_n) = f(x_1^{(1)}, x_2^{(1)}, \dots, x_n^{(1)}) - f(x_1^{(1)}, x_2^{(1)}, \dots, x_{n-1}^{(1)}, x_n^{(0)}).$$

Данный метод, конечно, является очень удобным для нахождения оценок влияния факторов на изменение обобщающего показателя, но ему присущи и недостатки. Из-за применения метода цепных подстановок мы не можем полностью дать оценку влиянию отдельных параметров (факторов) на отклонение реальных значений от желаемых. Но даже такие данные (не полные) могут оказать большое значение при принятии решений. Также недостатком является то, что отсутствуют правила перебора конкретных последовательностей индексов (i) для подстановки факторов ($x_i^{(0)}$, $x_i^{(1)}$) и из-за этого происходит зависимость инфлюэнтов от данной (выбранной) последовательности. Именно по значениям инфлюэнт определяют направленность влияние, которое ранжируют на показатели. Также выделяется доля влияния каждого фактора в сравнении с другими. Стоит отметить, что инфлюэнтный анализ в основном ориентирован на решение экономических задач, но может быть использован и для решения сложных технических систем управления.

Далее мы рассмотрим методы инфлюэнтного анализа. Их существует достаточно много, методы подразделяются на два вида: на методы, которые рассматривают инфлюэнтный анализ мультипликативных зависимостей и на методы, которые рассматривают инфлюэнтный анализ зависимостей произвольного вида.

В инфлюэнтном анализе мультипликативных зависимостей рассматривается зависимость вида:

$$Y = f(X) = X_1 X_2 \dots X_n = \prod_{i=1}^n X_i \quad (1)$$

Последующие методы будут ориентированы на данную зависимость. Первый метод, который мы рассмотрим будет логарифмический метод, который основан на логарифмировании зависимости (1) дальнейшего представлении приращения показателя в таком виде:

$$Y = \Delta f = \frac{\Delta f}{\lg|f(b)| - \lg|f(a)|} \sum_{i=1}^n (\lg|b_i| - \lg|a_i|)$$

Для нахождения инфлюэнт используется формула

$$A_i = k \cdot \Delta \lg|X_i|, (X_i = \overline{1, n}), \text{ где } k = \begin{cases} f(a), & \text{если } \Delta f = 0 \\ \frac{f(b) - f(a)}{\lg|f(b)| - \lg|f(a)|}, & \text{если } \Delta f \neq 0 \end{cases}$$

Преимуществом данного метода является его просто решения (простота вычислительного алгоритма), которое сводится к применению вышенаписанных формул к каждому параметру (фактору), но не надо каждый раз вычислять коэффициент k , его приходится находить лишь один раз. Все расчеты приемлют даже свои простые вычислительные средства. Также данный метод может использоваться и к зависимостям более общего вида, т. е. к:

$$f(X) = \prod_{i=1}^n X_i^{a_i}, \text{ где } a_i (i = \overline{1, n}) \text{ - заданные параметры или факторы.}$$

Логарифмический метод не имеет какого-то достаточно обоснования. Деление приращения показателя происходит пропорционально приращениям логарифмических параметров. Далее следует упомянуть о таком методе, как метод деления нераспределенных остатков поровну. Для его рассмотрения надо представить приращение мультипликативного показателя в следующем виде:

$$\Delta f = f(b) - f(a) = f(a + \delta) - f(a) = \prod_{i=1}^n (a_i + \delta_i) - \prod_{i=1}^n a_i$$

Выполнив действия в данном уравнение, мы получаем:

$$\Delta f = \delta_1 a_2 a_3 \dots a_n + a_1 \delta_2 a_3 \dots a_n + \dots + a_1 a_2 \dots a_{n-1} \delta_n + \delta_1 \delta_2 a_3 \dots a_n + \dots + \delta_1 \delta_2 \dots \delta_n$$

Выражение, которое содержится в правой части данного уравнения, содержит $2^n - 1$ слагаемых. Следуя применяемому метод, надо эти слагаемые разделить на равные доли между теми параметрами, приращения которых (δ_i) , входят в данное слагаемое сомножителями. Отсюда следует, что первое слагаемое $\delta_1 a_2 a_3 \dots a_n$ полностью относится к первому параметру и является составляющей инфлюэнты A_1 , а слагаемое $\delta_1 \delta_2 a_3 \dots a_n$ делится поровну между двумя факторами: первым и вторым. Последующие слагаемые - аналогично.

По сравнению с предыдущим рассматриваемым нами методом, метод деления поровну аргументировано обоснован и может быть геометрически интерпретирован для 2 и 3 факторов.

Следующим пунктом следуют рассмотреть модифицированный метод цепных подстановок, или метод обратных колец, который был предложен Н. Е. Гончаровым. В качестве инфлюэнт при использовании этого метода берутся величины, полученные осреднением значений, вычисляемых методом цепных подстановок при анализе части из $n!$ возможных подстановок. Подстановки, которые принимаются для расчета, формулируются при помощи так называемой кольцевой перестановки прямой и обратной последовательности параметров. Из этого следует, что число рассматриваемых нами подстановок становится равным $2n$. Автор данного метода утверждает, что такой выбор подстановок дает значения инфлюэнт достаточно близкие к абсолютным средним значениям, которые получаются при рассмотрении всех $n!$ подстановок.

Существуют и другие методы, связанные с инфлюэнтным анализом мультипликативных зависимостей, например, метод неопределенных множителей, метод сопряженных множителей, метод решающей матрицы (этот метод позволяет получить решение инфлюэнтного анализа для мультипликативного показателя, которое совпадает с решением, получаемым при делении нераспределенных остатков поровну между параметрами, но требует при больших n меньшего числа вычислений и расчетов).

Но помимо этого направления методов существует еще одно, которое базируется на методах инфлюэнтного анализа зависимостей произвольного ряда, т. е. когда данная зависимость $f(X)$ показателя от факторов абсолютно произвольна. Но при этом данная зависимость должна удовлетворять некоторым условиям, выполнение которых необходима для применения какого-то метода. Также стоит отметить, что $f(X)$ может быть задана как аналитически, так и алгоритмически. Сначала следует выделить один из наиболее простых и популярных методов - метод цепных подстановок. Я на нем останавливаться не буду, так как вскользь уже о нем упоминала. Еще одним простым методом принято выделять - метод точки Лагранжа. В этом методе задействована интегральная формула Эйлера-Лагранжа, в которой содержится формальная возможность получения выражений для инфлюэнт $A(x_i)$. В соответствии с этим методом, изменение функции ΔY можно определить, если применить при вычислениях криволинейных интеграл по отрезку прямой, которая соединяет x и x_i .

$$\Delta Y = \sum_{i=1}^n \int_0^1 \frac{\partial f(x^0 + t \Delta x)}{\partial x_i} \Delta x_i dt$$

$$\text{Из этой формулы получаем: } A(x_i) = \int_0^1 \frac{\partial f(x^0 + t \Delta x)}{\partial x_i} dt, i = 1, \dots, n$$

$$A(x_i) = \int \frac{\partial f(x)}{\partial x_i} dx_i, i = 1, \dots, n$$

Данный метод базируется на теоремах Лагранжа, которые повествуют о среднем значении. Эти теоремы также называют теоремами о конечном приращении.

Теорема 1. Данная теорема применяется только для функции одной переменной. Теорема: если функция $f(x)$ непрерывна на отрезке $[a, b]$ и дифференцируема на отрезке (a, b) , то в этом интервале существует число X , которое соответствует следующему тождеству: $f(b) - f(a) = f'(X) \cdot (b - a)$;

Теорема 2. Данная теорема применяется только для функции многих переменных. Теорема: если функция $f(X_1, X_2, \dots, X_n)$ непрерывна при $a_i \leq X_i \leq b_i$ и дифференцируема при

$$a_i < X_i < b_i \quad (i = 1, n), \text{ то существует набор таких чисел, что } a_i < X_i < b_i \quad (i = 1, n) \text{ и}$$

$$f(b_1, b_2, \dots, b_n) - f(a_1, a_2, \dots, a_n) = \sum_{i=1}^n \frac{\partial f}{\partial x_i} |x_1, x_2, \dots, x_n \cdot (b_i - a_i)$$

Следовательно, алгоритм численного определения инфлюэнт данным методом следующий:

1. Находится значение S , которое удовлетворяет тождеству и позволяет определить координаты точки Лагранжа $X_l = a_l + S\delta_l, (l = \overline{1, n})$

$$f(S) - S \cdot \Delta f = \text{extr};$$

2. Вычисляются значения частных производных в найденной точке, которые будучи умноженные на величины приращения параметров δ_l , определяют значения инфлюэнт:

$$A_l = \delta_l \frac{\partial f}{\partial x_l} |_{x_l = a_l + S\delta_l}$$

Однако отмечается, что рабочие формулы для вычисления инфлюэнт в практике практически не используются из-за своей сложности и громоздкости. В противовес ему, чаще применяется логарифмический метод.

Рассмотрев многие методы, можно увидеть то, что инфлюэнтный анализ в основном ориентируется на решение экономических задач, но также может быть использован и для исследования сложных технологических систем управления, что в современных условиях развития экономики является весьма актуальным.

Литература:

1. Калиткин, Н. Н. Численные методы. М., «Наука», 1978
2. Мухин, В. И., Исследование систем управление, учебник, 2003 г.
3. Свердлов, С. З. к. т. н., Усов Л. В. к. э. н., доцент, численные методы инфлюэнтного анализа Вологодский Политехнический Институт, [http://www.uni-vologda.ac.ru/~с3с/articles/numerical %20methods %20of %20influent %20analysis. pdf](http://www.uni-vologda.ac.ru/~с3с/articles/numerical%20methods%20of%20influent%20analysis.pdf)
4. Трухачев, Р. И. Инфлюэнтный анализ и принятие решений (детерминированный анализ). — М.: Наука, 1984.
5. Федоров, В., Егоров Ю. К вопросу о разложении прироста на факторы. — Вестник статистики. — 1977. — № 5.
6. Шеремет, А. Д. Комплексный экономический анализ деятельности предприятий. — М.: Экономика, 1974.

ЭЛЕКТРОНИКА, РАДИОТЕХНИКА И СВЯЗЬ

К вопросу о биологических эффектах электромагнитного излучения радиочастотного диапазона

Яргин Сергей Вадимович, кандидат технических наук, доцент
Российский университет дружбы народов (г. Москва)

В статье [1] сообщается об эксперименте на куриных эмбрионах в инкубаторе, которые подвергали воздействию электромагнитного излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ) от мобильного телефона [1]. Телефон помещали на расстоянии 10 см, переводили в режим «вызов» на 1,5 мин, затем отключали на 0,5 мин; цикл повторялся непрерывно в течение 21 сут. Отмечено повышение частоты гибели облученных эмбрионов; сделан вывод, что «воздействие ЭМИ во время беременности с очень низкой ППЭ может оказать неблагоприятное влияние на плод и на жизненные функции новорожденного» [1]. ППЭ (плотность потока энергии) и мощность поглощенной дозы (SAR) в статье не указаны. На основании условий эксперимента нельзя исключить нагрев эмбрионов как причину их более частой гибели. Выводы в отношении человеческого плода и новорожденного ребенка некорректны ввиду терморегуляции последних за счет кровообращения, конвекции околоплодных вод и т. п. Напротив, яйцо в инкубаторе неподвижно, а эмбрион термоизолирован яичным белком и скорлупой. При чтении многих публикаций возникает впечатление, что ЭМИ обладает канцерогенным или иным вредным действием: «При работе с компьютером без устройства VITA возможно ускоренное загрязнение окружающего пространства патогенными микроорганизмами» [2]; «Принято считать, что ЭМП, могут, например, вызывать уродства, воздействуя в различные стадии беременности...» [3]; «Доказанными на настоящий момент считаются эффекты в отношении лейкозов у детей под воздействием ЭМИ населенных мест и формирования опухолей головного мозга» [4]; «...у рабочих, занятых в электроемких производствах, риск раковых заболеваний примерно вдвое выше, чем у всего населения» [5]. Действительно, в 1980–90-е годы сообщалось о повышении риска лейкозов у детей, проживавших вблизи линий электропередач. Согласно Международной комиссии по защите от неионизирующего излучения (ICNIRP), подобные результаты могли быть обусловлены уклонами (bias) и мешающими (confounding) факторами. Экспериментальных подтверждений получено не было, действие тех или иных физиологических механизмов не доказано [6–8]. Согласно Международному агентству по изучению рака (IARC), имеются «ограни-

ченные» (limited) данные в пользу канцерогенного действия ЭМИ (группа риска 2B); хотя в IARC имеется мнение меньшинства о неадекватности эпидемиологических данных по данному вопросу [9,10]. Согласно Научному комитету по новым и вновь выявленным рискам для здоровья (SCENIHR), имеющиеся эпидемиологические данные не доказывают повышения риска опухолей головного мозга вследствие использования мобильных телефонов [11]. Известна тенденция преимущественной публикации положительных данных [11], которые не всегда достоверны. Действительно, сообщалось об ассоциации между использованием мобильных телефонов и повышением риска некоторых опухолей (в особенности, глиомы) [12–23], хотя результаты других работ подобную связь не подтверждают [24–27]. Также сообщалось о связи риска глиомы со стороной преимущественного использования мобильного телефона [24,26]; однако, больные могут преувеличивать частоту использования телефона на стороне опухоли [24]. Эпидемиологические исследования эффектов излучений могут сопровождаться отклонениями от объективности (bias) что ранее обсуждалось для ионизирующей радиации: дозозависимый самоотбор и ошибки памяти [28–31]. Лица, знающие о своих относительно высоких дозах, в среднем больше беспокоятся о здоровье или компенсациях, чаще обращаются в медицинские учреждения, где им уделяется больше внимания. Таким образом, у пациентов с относительно высокими дозами диагностика в среднем эффективнее. В исследованиях по типу случай-контроль, случаи (больные) лучше контролей вспоминают связанные с облучением факты, что может вести к переоценке доз у случаев и корреляциям доза-эффект. Однако, корреляций недостаточно для доказательства причинно-следственной связи; необходимы подтверждение с помощью достоверных методов и понимание механизмов [32]. Для многих исследований на данную тему характерны пробелы в описаниях экспериментов и недостатки дозиметрии. Некоторые результаты не удалось воспроизвести [9,33,34]. В недавнем обзоре лабораторных исследований был сделан вывод об отсутствии зависимости между длиной волны, продолжительностью облучения, SAR и биологическими эффектами ЭМИ [35]. В шкале электромагнитных волн, биологи-

ческая активность [36] и повреждающее действие имеют тенденцию к снижению с увеличением длины волны, что представляется очевидным не только для ультрафиолетового и ионизирующего излучения: поглощаемые в поверхностных слоях тканей видимое и инфракрасное излучение может вызвать термическое повреждение [37], тогда как более равномерный нагрев с помощью ЭМИ повреждения не вызовет. Кроме теплового, ЭМИ может оказывать действие по типу электростимуляции (при частотах менее 100 кГц) [11]. Однако, эффекты ЭМИ высоких частот обусловлены, главным образом, тепловой энергией [5]. В частности, единственным известным результатом воздействия ЭМИ мобильных телефонов является незначительный нагрев тканей [10,28,38].

Сообщалось о влиянии ЭМИ нетепловой интенсивности на функции нервной системы, изменениях электрической активности головного мозга, фосфенах и др. [38–43]. ICNIRP не расценивает преходящие эффекты ЭМИ на нервную систему как вред для здоровья, хотя в условиях профессиональной деятельности фосфены могут быть нежелательными [43]. При хроническом воздействии ЭМИ возможно «сглаживание» реакции ЦНС, т. е., адаптация [44]. Следует отметить, что ЭМИ солнечного, земного и атмосферного происхождения являются компонентами окружающей среды [9,45]. Теоретически представляется возможным, что ЭМИ влияет на функции нервной системы, в осуществлении которых участвуют движущиеся заряженные частицы и мембранные потенциалы. Образно выражаясь, живые организмы эволюционировали в условиях электромагнитного ветра. Атмосферный ветер, будучи неотъемлемым компонентом окружающей среды, также может вызывать различные реакции, не оказывая при этом повреждающего действия. Антропогенное ЭМИ по интенсивности может превосходить природное [9], в связи с чем появились термины «электромагнитный смог» и «загрязнение» [36,46]. Использование подобных терминов не означает, что антропогенное повышение электромагнитного фона сопряжено с риском для здоровья. Нетепловое воздействие ЭМИ на биологические системы расценивается как незначительное; его трудно соотнести с определенными эффектами, имеющими значение для здоровья человека [6]. Однако именно нетепловое действие и предположения о кумуляции эффектов послужили основанием для различий предельно допустимых уровней (ПДУ) ЭМИ между СССР и США, которые в 1970-е годы различались в 1000 раз; впоследствии наметилась тенденция к сближению [3,5,46,47]. Кумуляция эффекта ЭМИ наблюдалась в экспериментах с повышением температуры хрусталика и образованием катаракт [44]; однако, в целом, кумулятивные эффекты не играют существенной роли при длительном воздействии ЭМИ [11,47]. В России и ранее в СССР в качестве ПДУ принимали дробную величину от минимального уровня ЭМИ, способную вызывать какую-либо реакцию. В США и других странах при определении безопасного уровня исходят из значений, при превышении которых возникают опасные последствия. После уменьшения этого уровня с помощью коэффициентов на-

дежности получают ПДУ [3]. Как отмечалось выше, не всякая реакция сопряжена с риском для здоровья. Излишне строгие нормативы вредят экономике [47]. Меры по соблюдению законодательных норм принесут больше пользы, чем излишне строгие нормативы, которые будут нарушаться. Эти соображения относятся также к нормам радиационной безопасности [48].

На основании результатов многих исследований предполагается, что ЭМИ не обладает мутагенным эффектом и не инициирует канцерогенез [6]. Отмечена обратная связь между качеством исследований и эффектами ЭМИ на клеточном уровне [35]. Если допустить, что канцерогенный эффект связан с повреждением генетического или эпигенетического аппарата клетки, то при равной поглощенной энергии вред от горячей ванны может оказаться больше, чем от ЭМИ: теплопередача ведет к усилению теплового и броуновского движения всех молекул, включая белки и нуклеиновые кислоты, тогда как ЭМИ первично вызывает колебания заряженных частиц и диполей, в частности, молекул воды [9,49]. Однако, достоверные данные в пользу повреждения на молекулярном или ином структурном уровне от теплопередачи или ЭМИ (в отсутствии термического повреждения) отсутствуют. Наконец, предложенная «информационная теория взаимодействия сверхслабого ЭМИ с живым организмом» [2] побуждает спросить, какую биологически значимую информацию несет осциллограмма в отсутствии специфической рецепции ЭМИ. Звуковое, зрительное или тактильное воздействие с соответствующими «информационными» характеристиками должно было бы оказывать более сильное воздействие.

Фоновый уровень ЭМИ в радиочастотном диапазоне, создаваемый излучением Солнца и других природных источников, колеблется в пределах от 10^{-24} до 10^{-12} Вт/м² в зависимости от солнечной активности. По некоторым сведениям, около 20% населения США проживает в условиях фонового техногенного ЭМИ около 5×10^{-13} Вт/м² [45]. Если бы канцерогенный эффект ЭМИ был сколько-нибудь существенным, то соответствующие показатели заболеваемости были бы выше в тех странах, где издавна широко используются бытовые и прочие источники ЭМИ. В особенности, это касается предполагаемой связи между мобильными телефонами и глиомой, заболеваемость которой в США существенно не изменилась за период 1992–2008 гг., несмотря на значительный рост использования мобильных телефонов [50]. Более того, отсутствуют сообщения о повышении риска рака у детей и взрослых после УВЧ-терапии оториноларингологических и других заболеваний. С начала 1960-х годов УВЧ-терапия широко применялась для лечения тонзиллита, риносинусопатий и др. [51–54]. Недавно сообщалось об использовании в оториноларингологии ЭМИ крайне высокой частоты (КВЧ), причем отмечалось отсутствие специфических противопоказаний [55]. Следует подчеркнуть, что используемые при УВЧ-терапии мощности доз термального уровня превосходят таковые от техногенных источников, не вызывающих существенного нагрева тканей. Механизм лечебного эффекта УВЧ-терапии малопонятен; вызы-

вает сомнение, что больных детей нужно водить в поликлинику, подвергая риску интеркуррентных инфекций, чтобы на протяжении 10–15 минут повышать температуру слизистых оболочек и окружающих тканей. Принимая во внимание анатомическую близость носовой полости, миндалин и нервных структур особенно у детей, а также предполагаемое нетепловое воздействие ЭМИ на нервную систему (см. выше), УВЧ-терапия в оториноларингологии вызывала озабоченность. Сообщалось об избыточной экспозиции тканей глаза и головного мозга в рамках УВЧ-терапии при использовании чрезмерной мощности [11,56]. Автору известен случай дисфагии и косоглазия у ребенка, совпавших по времени с повторной УВЧ-терапией по поводу ринита и тонзиллита в

возрасте 4–6 лет, хотя причинно-следственная связь не доказана. Побочные эффекты можно исследовать в экспериментах на крупных животных (например, телятах), имитирующих УВЧ-терапию в т. ч. с неправильной фокусировкой и избыточной экспозицией.

В заключение следует подчеркнуть отсутствие достоверных данных и теоретических соображений в пользу канцерогенного эффекта ЭМИ, также как и инфракрасного излучения, которое широко распространено в окружающей среде и безвредно до уровня термического повреждения. При наличии сомнений, можно провести широкомасштабные эксперименты в строго контролируемых условиях для исключения мешающих факторов и конфликтов интересов.

Литература:

1. Григорьев, Ю. Г., Самойлов А. С., Бушманов А. Ю., Хорсева Н. И. Мобильная связь и здоровье детей: проблема третьего тысячелетия. Мед. радиол. и радиац. безопасность 2017, № 2, с. 39–46.
2. Пальцев, Ю. П., Измеров Н. Ф., Суворов Г. А. Научные основы оценки эффективности средств защиты от электромагнитных полей. Медицина труда и пром. экол. 2002, № 9, с. 32–5.
3. Григорьев, Ю. Г., Степанов В. С., Григорьев О. А., Меркулов А. В. Электромагнитная безопасность человека. Москва: Рос. нац. ком. по защите от неионизирующего излучения, 1999.
4. Роспотребнадзор. Оценка риска для здоровья населения при воздействии переменных электромагнитных полей (до 300 ГГц) в условиях населенных мест. Методические рекомендации. Москва, 2013.
5. Самойлов, В. О., Владимиров В. Г., Шарова Л. А. Радиобиология неионизирующих и ионизирующих излучений. СПб: Политехн. ун-т, 2011.
6. ICNIRP. Руководства ICNIRP по ограничению воздействия переменных электрических, магнитных и электромагнитных полей. Пер. с англ. ICNIRP Guidelines. Health Phys. 1998, V. 74, P. 494–522.
7. ICNIRP. Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz to 100 kHz). Health Phys. 2010, V. 99, P. 818–36.
8. National Cancer Institute. Electromagnetic Fields and Cancer. Bethesda, MD 2017.
9. IARC. Non-ionizing radiation, Part 2: Radiofrequency electromagnetic fields. IARC Monogr Eval Carcinog Risks Hum. 2013, V. 102 (Pt 2), P. 10–460.
10. Baan, R., Grosse Y., Lauby-Secretan B. et al. Carcinogenicity of radiofrequency electromagnetic fields. Lancet Oncol. 2011, V. 12, P. 624–6.
11. SCENIHR. Opinion on potential health effects of exposure to electromagnetic fields. Bioelectromagnetics 2015, V. 36, P. 480–4.
12. Hardell, L., Carlberg M., Hansson Mild K. Pooled analysis of case-control studies on malignant brain tumours and the use of mobile and cordless phones including living and deceased subjects. Int J Oncol. 2011, V. 38, P. 1465–74.
13. Havas, M. When theory and observation collide: Can non-ionizing radiation cause cancer? Environ Pollut. 2017, V. 221, P. 501–5.
14. Morgan, L. L., Miller A. B., Sasco A., Davis D. L. Mobile phone radiation causes brain tumors and should be classified as a probable human carcinogen. Int J Oncol. 2015, V. 46, P. 1865–71.
15. Bhargava, H., Srinivasan T. M., Varambally S. et al. Effect of Mobile Phone-Induced Electromagnetic Field on Brain Hemodynamics and Human Stem Cell Functioning. J Stem Cells 2015, V. 10, P. 287–94.
16. Carlberg, M., Hardell L. Evaluation of Mobile Phone and Cordless Phone Use and Glioma Risk Using the Bradford Hill Viewpoints from 1965 on Association or Causation. Biomed Res Int. 2017, V. 2017, Article 9218486.
17. Hardell, L., Carlberg M., Söderqvist F., Mild K. H. Case-control study of the association between malignant brain tumours diagnosed between 2007 and 2009 and mobile and cordless phone use. Int J Oncol. 2013, V. 43, P. 1833–45.
18. Hardell, L., Carlberg M., Hansson Mild K. Use of mobile phones and cordless phones is associated with increased risk for glioma and acoustic neuroma. Pathophysiology 2013, V. 20, P. 85–110.
19. Yang, L., Hao D., Wang M. et al. Cellular neoplastic transformation induced by 916 MHz microwave radiation. Cell Mol Neurobiol. 2012, V. 32, P. 1039–46.
20. Markov, M., Grigoriev Y. G. Wi-Fi technology — an uncontrolled global experiment on the health of mankind. Electromagn. Biol Med. 2013, V. 32, P. 200–8.

21. Davis, D.L., Kesari S., Soskolne C.L. et al. Swedish review strengthens grounds for concluding that radiation from cellular and cordless phones is a probable human carcinogen. *Pathophysiology* 2013, V. 20, P. 123–9.
22. Carpenter, D.O. Electromagnetic fields and cancer: the cost of doing nothing. *Rev. Environ Health* 2010, V. 25, P. 75–80.
23. Söderqvist, F., Carlberg M., Hansson Mild K., Hardell L. Childhood brain tumour risk and its association with wireless phones: a commentary. *Environ Health* 2011, V. 10, P. 106.
24. INTERPHONE Study Group. Brain tumour risk in relation to mobile telephone use: results of the INTERPHONE international case-control study. *Int J Epidemiol.* 2010, V. 39, P. 675–94.
25. Muscat, J.E., Malkin M. G., Thompson S. et al. Handheld cellular telephone use and risk of brain cancer. *JAMA* 2000, V. 284, P. 3001–7.
26. Inskip, P.D., Tarone R.E., Hatch E.E. et al. Cellular-telephone use and brain tumors. *N Engl J Med.* 2001, V. 344, P. 79–86.
27. Schüz, J., Jacobsen R., Olsen J.H. et al. Cellular telephone use and cancer risk: update of a nationwide Danish cohort. *J. Natl Cancer Inst.* 2006, V. 98, P. 1707–13.
28. National Cancer Institute. *Cell Phones and Cancer Risk*. Bethesda, MD, 2017.
29. Watanabe, T., Miyao M., Honda R., Yamada Y. Hiroshima survivors exposed to very low doses of A-bomb primary radiation showed a high risk for cancers. *Environ Health Prevent Med.* 2008, V. 13, P. 264–70.
30. Яргин, С.В. К вопросу о завышенной оценке медицинских последствий аварии на ЧАЭС: причины и механизмы. *Мед. радиология и радиац. безопасность* 2011, № 5, с. 17–22.
31. Jargin, S.V. Dose and dose-rate effectiveness of radiation: First objectivity then conclusions. *J Environ Occup Sci.* 2016, V. 5, P. 25–9.
32. Dourson, M., Becker R.A., Haber L. T. et al. Advancing human health risk assessment: integrating recent advisory committee recommendations. *Crit Rev Toxicol* 2013, V. 43, P. 467–92.
33. McRee, D.I. Review of Soviet/Eastern European research on health aspects of microwave radiation. *Bull N Y Acad Med* 1979, V. 55, P. 11330–51.
34. Mitchell, C.L., McRee D. I., Peterson N.J. et al. Results of a United States and Soviet Union joint project on nervous system effects of microwave radiation. *Environ Health Perspect* 1989, V. 81, P. 2010–9.
35. Simkó, M., Remondini D., Zeni O., Scarfi M.R. Quality matters: Systematic analysis of endpoints related to «cellular life» in vitro data of radiofrequency electromagnetic field exposure. *Int J Environ Res Public Health* 2016, V. 13, Article 701.
36. Измеров, Н. Ф. (ред.) *Профессиональная патология: национальное руководство*. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2011.
37. Habib, M.E., Punnoose T., Thomas C. Deep burns caused by far-infrared rays in a chiropractic sales centre *Ann Burns Fire Disasters* 2007, V. 20, P. 1040–6.
38. Loughran, S. P., Al Hossain M. S., Bentvelzen A. et al. Bioelectromagnetics research within an Australian context: The Australian Centre for Electromagnetic Bioeffects Research (ACEBR). *Int J Environ Res Public Health* 2016, V. 13, Article 967.
39. Regel, S.J., Achermann P. Cognitive performance measures in bioelectromagnetic research — critical evaluation and recommendations. *Environ Health* 2011, V. 10, P. 10.
40. Тихонова, Г.И. Эпидемиологическая оценка риска развития при производственном воздействии электромагнитных полей радиочастотного диапазона. *Радиац. биология. Радиоэкология* 2003, № 5, с. 559–64.
41. Гудина, М.В., Волкотруб Л.П. Сотовая связь: гигиеническая характеристика, биологическое действие, нормирование. *Гигиена и санитария* 2010, № 4, с. 38–42.
42. Пальцев, Ю.П., Походзей Л.В., Рубцова Н.Б., Богачева Е.В. Проблемы гармонизации гигиенических регламентов электромагнитных полей мобильных средств радиосвязи. *Гигиена и санитария* 2013, № 3, с. 39–42.
43. ICNIRP. Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz to 100 kHz). *Health Phys.* 2010, V. 99, P. 818–36.
44. Суббота, А.Г. Нетепловое действие радиоволн на организм. *Военно-мед. журнал* 1970, № 9, с. 39–45.
45. Кудряшов, Ю.Б., Перов Ю.Ф., Рубин А.Б. *Радиационная биофизика*. Москва: Физматлит, 2008.
46. Кудряшов, Ю.Б., Перов Ю.Ф., Голеницкая И.А. Механизмы радиобиологических эффектов неионизирующих электромагнитных излучений низких интенсивностей. *Радиац. биология. Радиоэкология* 1999, № 1, с. 79–83.
47. Давыдов, Б.И., Тихончук В.С., Антипов В.В. Биологическое действие, нормирование и защита от электромагнитных излучений. Москва: Энергоатомиздат, 1984.
48. Jargin, S.V. Hormesis and radiation safety norms. *Hum Exp Toxicol* 2012, V. 31, P. 671–5.
49. Stuchly, M. A. Interaction of radiofrequency and microwave radiation with living systems. A review of mechanisms. *Radiat Environ Biophys* 1979, V. 16, P. 1–14.
50. Little, M.P., Rajaraman P., Curtis R.E. et al. Mobile phone use and glioma risk: comparison of epidemiological study results with incidence trends in the United States. *BMJ* 2012, V. 344, Article e1147.

51. Боголюбов, В. М. Состояние и перспективы исследований биологического и лечебного действия магнитных полей. *Вопр. курортологии физиотерапии леч. физкультуры* 1981, № 4, с. 1–5.
52. Николаевская, В. П. Применение микроволновой терапии у больных хроническим тонзиллитом. *Вестн. ото-риноларингол.* 1966, Т. 28, с. 31–34.
53. Николаевская, В. П. Микроволновая терапия при заболеваниях уха, горла и носа. *Методическое письмо.* Москва: Минздрав РСФСР, 1966.
54. Крушевская, И. И. Изменение белкового состава сыворотки больных хроническим тонзиллитом в процессе лечения УВЧ, СВЧ и ультразвуком в сочетании с микроволнами. *Ж. ушн. нос. горл. болезней* 1974, № 3, с. 69–71.
55. Поважная, Е. Л., Мамбеталиева А. С. КВЧ-терапия в профилактике острых респираторных заболеваний у детей с хроническими ЛОР- и аллергическими. *Вопр. курортологии, физиотерапии и леч. физкультуры* 2010, № 5, с. 17–21.
56. Leitgeb, N., Omerspahic A., Niedermayr F. Exposure of non-target tissues in medical diathermy. *Bioelectromagnetics* 2010, V. 31, P. 12–19.

АВТОМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Применение волоконно-оптического гироскопа в инерциальных системах воздушных судов малой авиации

Закиров Руслан Гильмуллаевич, аспирант;

Абдураимов Отабек Шерали угли, студент

Ташкентский государственный технический университет имени И.А. Каримова (Узбекистан)

В настоящее время малая авиация выходит из рамок, в которых она была заключена ранее: санитарный, связной, сельскохозяйственный или деловой. Соответственно, повышаются и требования к конструкции и оборудованию воздушных судов малой авиации. Это объясняется целым рядом обстоятельств в различных сферах промышленности и народного хозяйства:

- 1) Повышение механизации сельского хозяйства;
- 2) Усложнение бортового оборудования легких частных самолетов;
- 3) Новая тактика применения легких ВС в военном деле и службе МЧС; а также другими обстоятельствами.

Вышеперечисленные обстоятельства диктуют новые требования к пилотажно-навигационному комплексу (ПНК) самолета малой авиации.

Количество задач, решаемых ПНК легкого самолета, с каждым годом увеличивается, по функциональной и аппаратной сложности он приближается к ПНК тяжелых пассажирских и транспортных самолетов, но при этом должен иметь гораздо меньшие массу и габариты.

Из вышесказанного следует, что основная тенденция в развитии легких самолетов заключается не только в

применении новых материалов в планере, но также и в дальнейшем увеличению функциональности ПНК.

Проблема реализации пилотажно-навигационных комплексов легких самолетов, отвечающих современным требованиям, особенно актуальна для Узбекистана. Наша страна имеет особые природно-климатические, экономические и прочие условия, при которых старые методы использования сельскохозяйственной авиации не применимы. И только одно обстоятельство бесспорно — с увеличившейся нагрузкой на пилота даже легкий самолет должен иметь полноценный пилотажно-навигационный комплекс, способный вести самолет в полностью автоматическом режиме. При всем этом, такой комплекс не претендует на попытку заменить пилота, но снижает рутинную нагрузку на него и улучшает безопасность полетов.

Одной из основных систем ПНК любого современного воздушного судна является инерциальная система, позволяющая измерять навигационные параметры воздушного судна — курс, крен, тангаж, истинную скорость и др. относительно системы координат, связанной с Землей (Рис. 1).

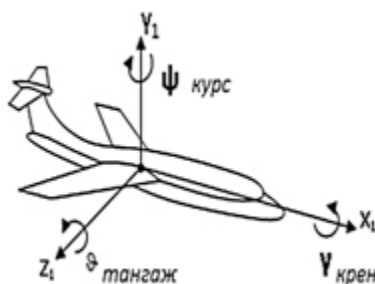


Рис. 1. Углы, определяющие ориентацию воздушного судна в пространстве.

Для измерения углов ориентации воздушного судна в пространстве в инерциальных системах воздушных судов применяется гироскоп.

До недавнего времени в системах навигации летательных аппаратов применялись механические гироскопы, работающие на основе эффекта удержания оси вращения тела в одном направлении инерциального

пространства (Рис. 2) [1]. Это, как правило, трехстепенные гироскопы, измеряющие крен, тангаж и курс воздушного судна.

Цена механических гироскопов достаточно высока, так как для их корректной работы требуется высокая точность формы ротора и минимальное трение подшипников. Но, даже при выполнении этих требований, ме-

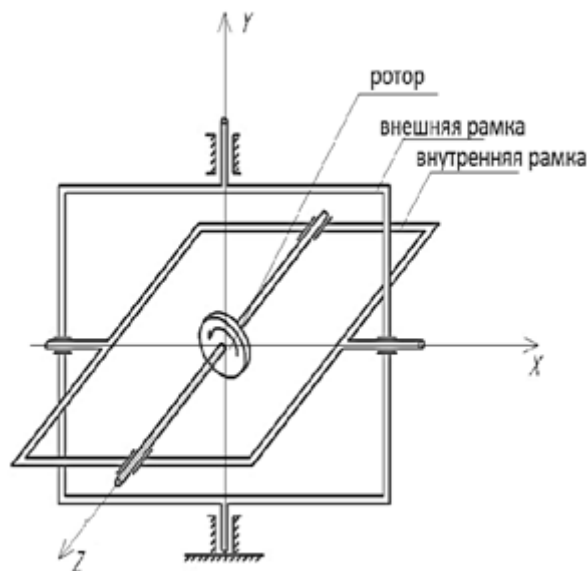


Рис. 2. Устройство механического гироскопа

механические гироскопы достаточно недолговечны и ненадежны из-за износа трущихся частей. Кроме того, со временем у таких гироскопов появляется значительная погрешность измерения углов, влияющая на безопасность полета. Для ее уменьшения требуется производить частую поверку приборов с механическими гироскопами на стенде, что требует значительного расхода средств.

Из-за большой массы и габаритов, механические гироскопы нецелесообразно применять на самолетах малой авиации.

Недостатки механических гироскопов в значительной мере устраняются за счет применения оптических гироскопов. По сравнению с механическими они имеют следующие преимущества:

- отсутствие подвижных частей, что делает их более надежными;
- значительно более высокая чувствительность, а, следовательно, и более высокая точность измерения;
- высокая линейность характеристик;
- низкая потребляемая мощность;

Принцип действия большинства оптических гироскопов основан на измерении фазового сдвига между двумя волнами, пришедшими на оптический датчик раз-

личными путями. Фазовый сдвиг прямо пропорционален угловой скорости вращения, площади, охватываемой интерферометром, и частоте волны. Так как площадь и частота волны остаются неизменными во время работы гироскопа, следовательно, фазовый сдвиг пропорционален только угловой скорости [2].

В зависимости от конструкции замкнутого оптического контура различают два типа оптических гироскопов

- 1) Кольцевой лазерный гироскоп
- 2) Волоконно-оптический гироскоп

Конструкция кольцевого лазерного гироскопа показана на рис. 3. Принцип работы таких гироскопов основан на разности частот двух генерируемых световых волн, распространяющихся в противоположных направлениях по треугольному оптическому пути, из-за разности оптической длины, проходимыми лучами из-за поворота гироскопа. В настоящее время кольцевые лазерные гироскопы являются наиболее распространенным типом гироскопов, применяемых в авиационных инерциальных системах (Inertial Reference System-IRS), выпускаемых компаниями Honeywell, Allied Signal, Rockwell Collins и др.

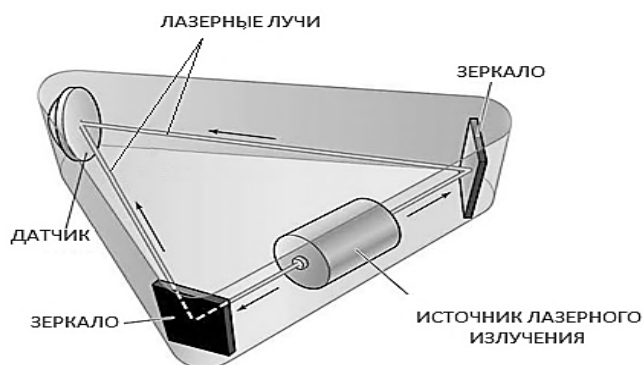


Рис. 3. Конструкция кольцевого лазерного гироскопа

Однако, несмотря на большую распространенность, кольцевые лазерные гироскопы также имеют ряд недостатков. К основным из них относятся:

1. Нелинейность выходного сигнала при малой угловой скорости (влияние синхронизма).
2. Колебания выходного сигнала из-за газовых потоков в лазере.
3. Кольцевой лазерный гироскоп очень чувствителен к различного рода деформациям оптического волновода, вызванных тепловым расширением, изменением давления.
4. Незначительное, по сравнению с механическими гироскопами, уменьшение массы и габаритов

Для устранения этих недостатков в инерциальных системах летательных аппаратов малой авиации предлагается использовать волоконно-оптический гироскоп.

Принцип действия волоконно-оптического гироскопа основан на эффекте Саньяка, который заклю-

чается в появление фазового сдвига встречных электромагнитных волн во вращающемся кольцевом интерферометре. [2]

Главными элементами такого гироскопа, являются излучатель (источник света), расщепитель луча (полупрозрачное зеркало), многovitковый замкнутый контур (катушка) из одномодового световода с малым затуханием и фотоприемник (Рис. 4).

Изменение геометрических размеров интерферометра под влиянием центробежных сил, а также поперечный сдвиг встречных волн под действием центробежных сил, связанных с кривизной их траектории в интерферометре, можно не учитывать, так как увеличение площади кольца, вызванное данными факторами, очень незначительно, причем это увеличение одинаково для обеих встречных волн и, следовательно, не приводит к появлению разности фаз между ними [2].

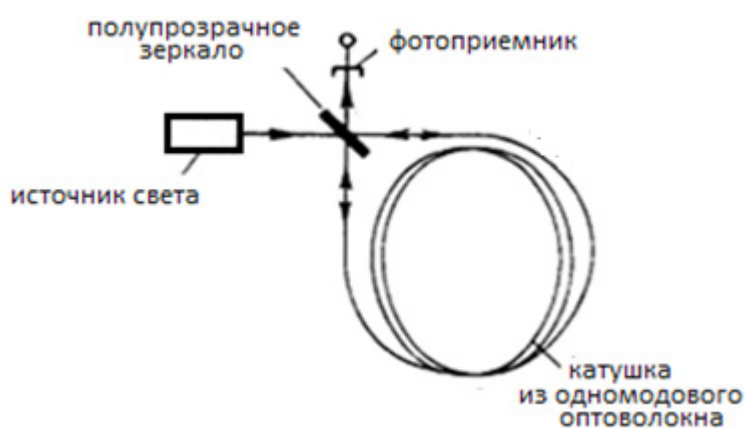


Рис. 4. Схема волоконно-оптического гироскопа

В отличие от кольцевых лазерных гироскопов волоконно-оптические гироскопы измеряют угловую скорость, а не её приращение. Соответственно, волоконно-оптические гироскопы имеют следующие преимущества перед кольцевыми лазерными гироскопами:

- Конструктивно волоконно-оптический гироскоп выполнен в форме твердотельного прибора, что делает его более надежным и простым в эксплуатации.
- Этот гироскоп непосредственно измеряет скорость вращения, а не вычисляет ее на основе измерения приращения скорости, как кольцевой лазерный гироскоп.
- Чувствителен к обратному (реверсному) направлению вращения.

— С высокой точностью измеряет малые угловые скорости.

Но самым главным преимуществом волоконно-оптического гироскопа является значительное по сравнению с другими типами гироскопов, уменьшение массы и габаритов, что вносит экономический эффект при проектировании БНК для воздушных судов малой авиации.

Для применения в летательных аппаратах необходимо использовать трехстепенной волоконно-оптический гироскоп, оси катушек которого ориентированы по вертикальной, продольной и поперечной осям воздушного судна.

Таким образом развитие разработок в области применения волоконно-оптических гироскопов в БНК является перспективным направлением.

Литература:

1. Гироскоп // Википедия. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B8%D1%80%D0%BE%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BF> (дата обращения: 12.05.2017).
2. Волоконно-оптические гироскопы // dssp. petsu. ru. URL: dssp.petsu.ru/d/students/presents/2010/opto/prokopovich.pptx (дата обращения: 12.05.2017).

ЭНЕРГЕТИКА

Выбор способа сжигания топлива и конструкции топки котлоагрегата ТС-35-У

Яценко Андрей Андреевич, студент

Воронежский государственный университет инженерных технологий

Общие сведения о топливе

К каменным относят угли с высшей теплотой сгорания рабочей массы беззольного угля. $Q_{br}=100/(100 - A_p) > 5700$ Ккал/кг и в отличие от антрацитов и полуантрацитов, с высоким выходом летучих веществ ($V_i > 9\%$). Основная масса их в разной степени спекается, и только часть углей, с выходом летучих свыше 42–45% и менее 17% не спекается. Каменные угли делятся на три марки в основном по выходу летучих веществ и толщине пластического слоя.

Действующие ГОСТ различают марки каменных углей: Д-длиннопламенный; Г-газовый; ГЖ-газовый жирный; КЖ-коксовый жирный; К-коксовый; ОС-отощенный спекающийся; Т-тощий; СС-слабоспекающийся. В ряде случаев угли марок Г, ГЖ, Ж, КЖ, К и ОС делят для одного и того же бассейна или месторождения на группы по нижнему пределу величины.

Общая компоновка проектируемого котлоагрегата

В котлоагрегатах средней производительности принята П-образная компоновка. Парообразующая поверхность нагрева в них полностью располагается в топочной камере 5 (рис. 1) в виде топочных экранов. Вверху все экранные трубы вводятся в барабан, а внизу объединяются трубами большого диаметра — коллекторами. Трубы заднего экрана в верхней части разведены в 3-х рядный пучок-фестон. В горизонтальном газоходе за фестом располагается конвективный пароподогреватель 10 (рис. 1), выполненный из труб с $d=32:42$ мм вертикальными, двухступенчатыми, смешанного типа. Расположение труб в нем коридорное. Поверхностный и промежуточный коллектор служат для регулирования $t^\circ\text{C}$ перегретого пара. В опускной шахте располагается водяной экономайзер 11 (рис. 1) и воздухонагреватель, которые в зависимости от рода сжигаемого топлива и метода сжигания его выполняются двухступенчатыми. Экономайзеры для этих котлов выполняются стальными змеевиками с диаметром труб $d=32$ мм. Расположение труб шахматное. Поверхность нагрева их разбивается по высоте по несколько пролетов, между котлами предус-

матриваются разрывы высоты не менее 550:600 мм, что позволяет производить монтаж отдельными блоками, облегчает производство ремонтных работ и очистку поверхности нагрева от золы. Воздухонагреватели выполняются трубчатыми стальными и собираются из секций. Каждая секция состоит из верхней и нижней трубчатых досок, в которые ввариваются стальные трубы, расположенные в шахматном порядке. В котле осуществляется естественная циркуляция воды и пароводяной смеси.

Питательная вода насосами подается в экономайзер и, пройдя его, направляется в барабан котла. Из него по необогреваемым спусковым трубам, расположенными за обмуровкой, вода заполняет систему крупных труб. Движущий напор в системе создается за счет разности плотностей воды.

Выбор способа сжигания топлива и конструкции топки

Топочным устройством или топкой называют часть котельного агрегата, которая предназначена для сжигания топлива с целью получения заключенного в нем тепла. В случае сжигания твердого топлива пока служит сепарационным устройством, поскольку в ней выпадает некоторая часть золы топлива. Таким образом в топочном устройстве происходят одновременно три процесса: горение топлива, теплоотдача излучением и улавливание некоторой части очаговых остатков. На основе заданных марки топки и паропроизводительности котлоагрегата выбираем факельный способ сжигания топлива. В целях снятия ограничений в увеличении единичной паропроизводительности котельных агрегатов, а также открытые надежностью и экономичность самых низкосортных видов топлива был найден способ сжигания топлива в пылевидном состоянии в факельном процессе. Для этого топливо должно быть предварительно измельчено в тонкий порошок в особых пылеприготовительных установках основной частью которых является углеразмольная мельница. Выбираем факельно-слоевую топку ВТИ — комета. Факельная топка представляет собой прямоугольную камеру, выполненную из огнеупорного кирпича, в которую через горелку вводят в местном контакте топливо и воздухо-то-

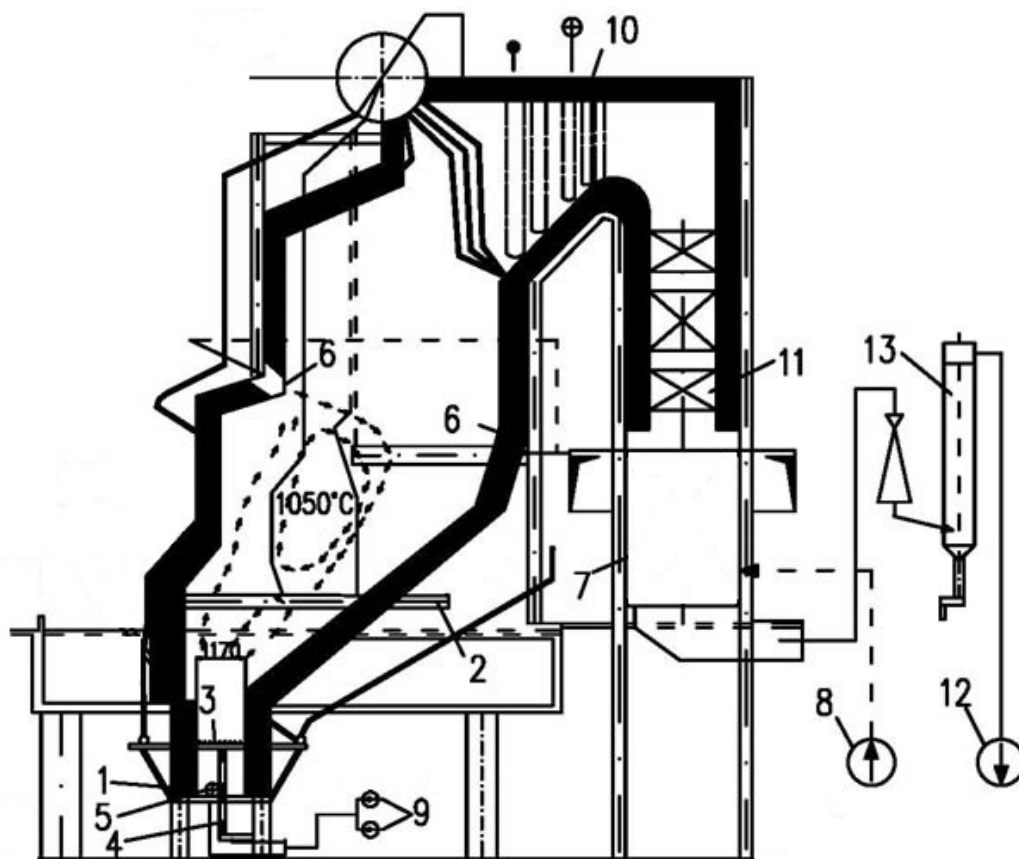


Рис. 1. Схема топки котлоагрегата ТС-35-У: 1 – воздухоразделительная решетка; 2 – охлаждающие панели; 3 – колпачки воздухоподогревательной решетки; 4 – трубы слива шлака; 5 – растопочное устройство; 6 – воздушные сопла; 7 – воздухоподогреватель; 8 – вентилятор основной; 9 – вентиляторы высоконапорные; 10 – пароподогреватель; 11 – экономайзер; 12 – дымосос; 13 – золоуловитель

пивно-воздушную смесь. Эта смесь воспламеняется и сгорает в образовавшемся факеле. Газообразные продукты сгорания покидают топку через верхнюю часть ее, с ними в газоходы котла уносятся значительная часть золы топлива, остальная ее часть выпадает в нижнюю топку в виде шлака. Стены топорной камеры изнутри покрывают системой охлаждаемых водой труб-топочными водяными экранами. Эти экраны имеют назначение предохранять кладку топорной камеры от износа и разрушения под действием высокой температуры факела и

расплавленных шлаков, но в еще большей степени они представляют собой очень эффективную поверхность нагрева, воспринимающую большое количество тепла, излучаемого факелом. Тем самым топочные экраны становятся очень действенным средством охлаждения дымовых газов в топочной камере. В факельных топках достигается высокая экономичность процесса горения при минимальных избытках воздуха и потерях от механической и химической теплоты сгорания вне зависимости от сорта сжигаемого топлива.

Литература:

1. Кузнецова, Н. В. и др. Тепловой расчёт котельных агрегатов (нормативный метод) — 1973.
2. Лекционный комплекс дисциплины «Теплогенерирующие установки» Рывкина Н.В. // <http://samzan.ru/218675>. URL: (дата обращения: 8.05.2017).
3. Роддатис, К. Ф., Соколовский Я. Б. Справочник по котельным установкам малой производительности-1975.
4. Зах, Р. В. Котельные установки. — 1968.

Обзор основных агрегатов систем кондиционирования воздуха летательных аппаратов

Кравченко Александр Геннадьевич, магистрант;
 Шилова Анна Казимовна, магистрант;
 Тамба-Тамба Викториен Парфэт, магистрант;
 Озерский Анатолий Иванович, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой
 Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону)

В данной статье были рассмотрены основные агрегаты системы кондиционирования воздуха и их назначение, а также представлен краткий обзор работы самой системы кондиционирования воздуха.

Ключевые слова: система кондиционирования воздуха, теплообменник, турбохолодильник, регулятор температуры, влагоотделитель, увлажнитель воздуха, фильтр, воздухопровод

Система кондиционирования воздуха (СКВ) — одна из самых главных систем жизнеобеспечения летательных аппаратов. Основной задачей СКВ является создание на борту летательного аппарата условий для нормальной жизнедеятельности человека в полете: поддержание определенного давления, комфортной температуры и необходимую долю влагосодержания воздуха, а также его очищение от вредных примесей и охлаждение оборудования, находящегося на борту.

Принцип работы системы состоит из нескольких этапов. Вначале происходит отбор воздуха от компрессоров двигателей, после чего он поступает в систему распределения (вентиляции), где проходит охлаждение, а также регулирование необходимого содержания влаги и комфортной температуры, перед тем как он попадет в герметичную часть фюзеляжа летательного аппарата.

Рассмотрим основные агрегаты современных систем кондиционирования воздуха летательных аппаратов.

Теплообменные аппараты.

Теплообменным аппаратом (теплообменником) называется специальный агрегат, внутри которого происходят процессы теплопередачи от среды с наибольшей температурой к среде с наименьшей температурой. Иными словами, теплообменник и связанные с ним клапаны необходимы для того чтобы довести температуру и давление поступающего воздуха до таких показателей, при которых может функционировать турбохолодильник.

Авиационные теплообменники характеризуются большей интенсивностью теплообмена, малыми размерами конструкции и гидравлическим сопротивлением. Теплообменники бывают нескольких типов: воздухо-воздушные (охлаждение за счет встречного потока воздуха), топливовоздушные (охлаждающий элемент авиационное топливо), воздухо-жидкостные (включают в себя воздушную и жидкостную секции) и испарительные (впрыск воды или ее смеси в воздушный поток).

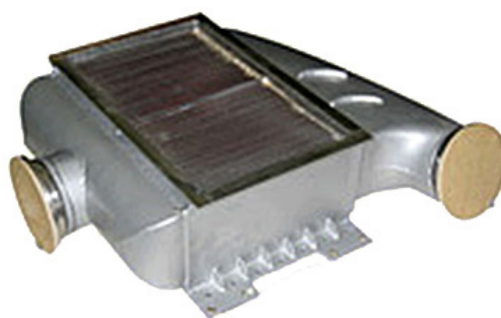


Рис. 1. Пример теплообменника

Турбохолодильники.

Турбохолодильники — это специальные установки, внутри которых осуществляются близкие к адиабатическому процессы расширения воздуха с последующим понижением его температуры.

При понижении давления в сопловом аппарате, температура воздуха понижается, а уже охлажденный воздух попадает на рабочее колесо турбины турбохолодильной установки, приводя её в движение. Для достижения максимального перепада температур в турбохо-

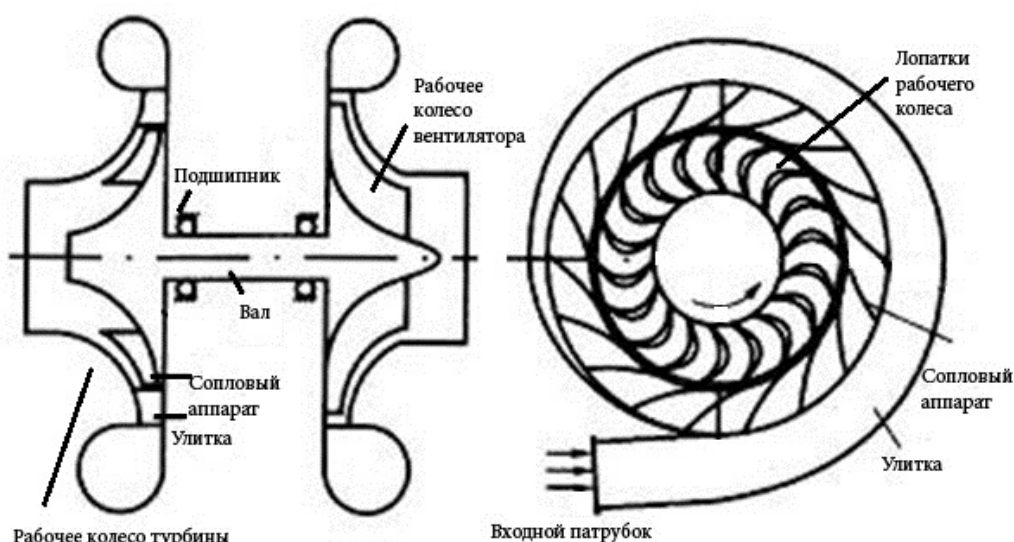


Рис. 2. Устройство турбины турбохолодильной установки

лодильнике необходимо чтобы работа, производимая вращением турбины была использована. Для реализации этого принципа, используется вентилятор, потребляющий данную энергию, используя для прокачки воздуха через теплообменник или обеспечения вентиляции различных отсеков летательного аппарата.

Регуляторы температуры воздуха.

Регулировка температуры воздуха в кабине происходит следующим образом: подаваемый от компрессора воздух делится на две линии. Первая — «горячая» линия, по которой воздух или охлаждается (но частично), или нагревается и через регулятор расхода поступает далее в трубопровод (в зависимости от температуры поступающего воздуха). Вторая — «холодная» линия, по которой воздух охлаждается и поступает

далее в трубопровод, где происходит смешивание воздуха.

Влагоотделители.

При полёте на небольшой высоте в воздухе, который подается в кабину после охлаждения, влага находится в парообразном и капельном состояниях. Капли оседают на стенках трубопроводов, в блоках оборудования, что может вызывать отказ аппаратуры, или создаст затуманивание, затрудняющее пилотирование. Для удаления капельной влаги в СКВ устанавливаются влагоотделители, которые при помощи специальных фильтров направляют жидкость в водосборник. Основными конструктивными элементами влагоотделителя являются: корпус, коагулятор, клапан, винт-завихритель, пружина, корпус влагоуловителя и проходник.

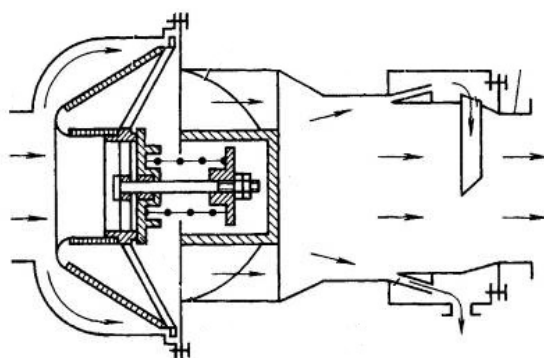


Рис. 3. Схема влагоотделителя

Влага через сетчатый коагулятор поступает в завихритель, на коагуляторе, представляющем собой четырехслойную сетку, происходит укрупнение капель. В завихрителе воздух с каплями воды закручивается, двигаясь по спиральным траекториям. Капли воды отбрасываются к стенкам корпуса влагоотделителя. Под действием воздушного потока попадает через специальный

зазор в полость, а затем через проходник отводится в продувочный контур.

Увлажнители воздуха.

На больших высотах воздух становится очень сухим, поэтому применяются специальные увлажнители парогенераторного типа (как правило), в которых вода в состоянии пара поступает в воздух. Электроувлажнители

в СКВ практически не применяются, так как при испарении в специальных кипятильниках появляется неприятный запах.

Фильтры.

Поступающий в кабину атмосферный воздух, загрязнённый пылью размером до нескольких десятков ми-

крон, называется аэрозолем. Аэрозоли очень опасны, поскольку, оседая на оборудовании, они изменяют его параметры, что неприемлемо, поэтому в системе кондиционирования воздуха наличие аэрозольного фильтра обязательно.

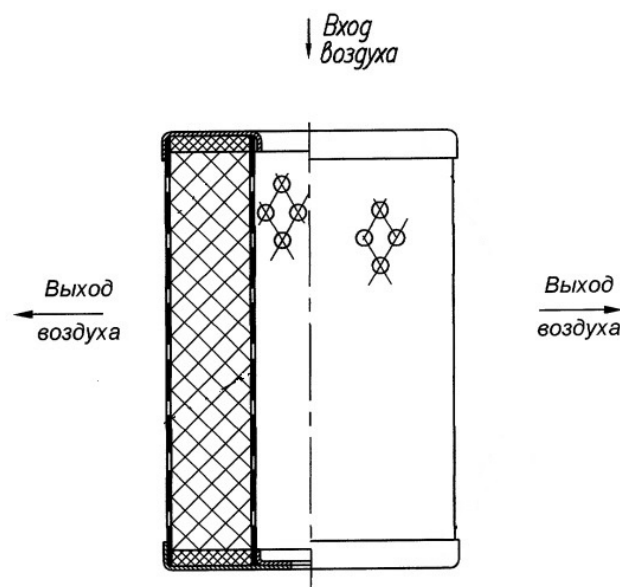


Рис. 4. Пример воздушного фильтра

В настоящее время изобретено огромное количество фильтрующих материалов, состоящих из волокон полиакрилата или стеклянных и базальтовых волокон. Эти материалы выдерживают температуры до 250 или 450...600 °С соответственно.

Воздухопровод.

На пассажирских самолётах длина воздухопроводов системы кондиционирования составляет несколько сотен метров, а масса колеблется от 500 до 600 кг, что является практически половиной массы всей системы. Воздухопроводы проходят как по пассажирским салонам,

так и в кабине экипажа. Диаметры труб находятся в пределах от 4 до 200 мм. и обеспечивают подачу воздуха с температурами от –40 до +600 °С.

Воздушная магистраль СКВ изготавливается из алюминиевых сплавов АМг или АМц, из стали Х18Н9Т, титановых сплавов ОТ4 или из армированных неметаллических материалов.

Вопросы понимания конструкции, принципа работы, слабых мест систем кондиционирования воздуха очень важны для поддержания заданного уровня безопасности и регулярности полётов.

Литература:

1. Воронин, Г.И. Системы кондиционирования воздуха на летательных аппаратах: учебник/ Г.И. Воронин — Москва: Машиностроение, 1973.—443 с.
2. Антонова, Н.В. Авиационные системы кондиционирования воздуха: Учебное пособие к лабораторной работе/В.В. Ружицкая — Москва: МАИ, 2003.—16 с.
3. Проектирование авиационных систем кондиционирования воздуха Антонова Н.В., Шустров Ю.М. изд. Машиностроение.
4. Авиационный технический справочник. Александров В.Г., Майоров А.В., Потюков Н.П. 1975 г.

Разработка колесного диска из полимерных композиционных материалов для машин высокой проходимости

Хоробрых Михаил Александрович, директор
ООО «Инжиниринговый центр композиционных материалов» (г. Самара)

Для огромных территорий России, техника с высокой проходимостью особенно актуальна и эффективна. Ее используют для доставки людей и грузов в труднодоступные места, для проведения контроля трубопроводов и т. д.

В настоящее время на рынке представлены колесные диски большого диаметра, из алюминия выполненные литьем и сварные — стальные. Основной недостаток таких дисков — это масса изделия.

Идея проекта состоит в разработке колесного диска большого диаметра, применив в конструкции из полимерного композиционного материала (ПКМ).

Сегодня на рынке представлены колесные диски фирм «Трекол» [1] и «Авторос» [2], основной недостаток этих дисков — это масса изделия. Средний вес колесного диска 25 кг. Как правило у вездеходов 8 колес, следовательно, только колесные диски имеют массу 200 кг.

Проектирование колесного диска проводится в современном программном пакете. Внешний вид разработанного диска представлен на рисунке 1.

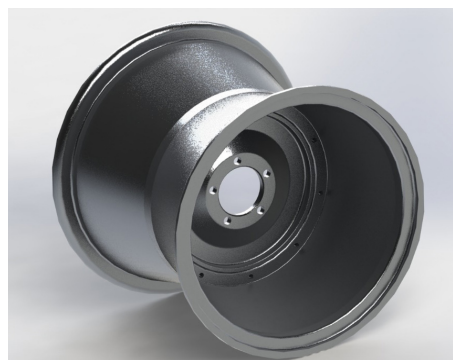


Рис. 1. Внешний вид колесного диска

Колесный диск состоит из внутреннего обода (Рисунок 2), наружного обода (Рисунок 3) и ступицы (Рисунок 4). Герметичность между внутренним и наружным ободами обеспечивается за счет резинового уплотнительного кольца, который располагается на внутреннем ободе.

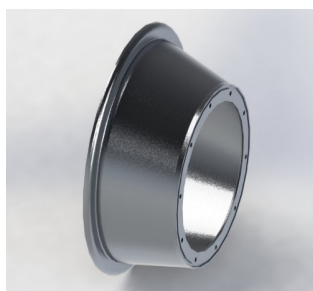


Рис. 2. Внутренний обод

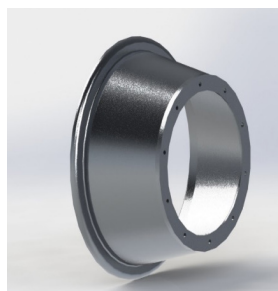


Рис. 3. Наружный обод

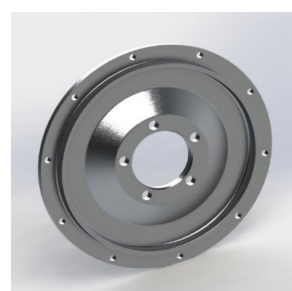


Рис. 4. Ступица

Чтобы оценить преимущества применения ПКМ, было произведено сравнение колесных дисков из разных

материалов алюминия, стеклопластика и углепластика. Результаты сравнения приведены в таблице 1.

Таблица 1

Сравнение массовых характеристик колесных дисков, изготовленных из алюминия, стеклопластика и углепластика

Деталь	Масса, кг		
	Алюминий	Стеклопластик	Углепластик
Ступица	5	3,1	3,4
Обод	10,6	6,8	7,4
Колесный диск	26,3	16,7	18,3

Из таблицы 1 видно, что масса колесного диска, изготовленного из ПКМ гораздо меньше алюминиевого. Очевидно, что под действием нагрузки колесный диск будет деформироваться, а на практике изделия, полученные из углепластика, обладают высокими жесткост-

ными характеристиками, нежели из стеклопластика, поэтому было принято решение в дальнейшем использовать стеклопластик.

Разрабатываемый диск из ПКМ имеет следующие преимущества:

- Компактность хранения дисков на складе;
- Возможность изготовления ступичной части без отверстий;
- Диск, выполненный из ПКМ будет иметь массу приблизительно на 35 % меньше чем у аналогов.

Бескамерная шина низкого давления имеет массу 42 кг, Колесо в сборе имеет массу 67 кг. С диском из ПКМ колесо в сборе будет иметь массу 57 кг, т. е. возможно снизить массу колеса в сборе на 15–20 %.

Чтобы убедиться в целесообразности выбора ПКМ в качестве материала для изготовления колесного диска, было проведено математическое исследование методом

конечных элементов. Для данного исследования была использована ранее спроектированная 3D-модель колесного диска [3].

Для задания характеристик материала в расчетной программе вводим данные модуля упругости, пределов прочности и текучести стеклопластика с учетом коэффициента $K = 0,8$ (данный коэффициент является следствием допущения, что материал изотропный и вводится для упрощения моделирования и увеличения скорости расчетов) [4]. Характеристики стеклопластика приведены в таблице 2.

Таблица 2

Характеристики стеклопластика

$\sigma_B[\text{о}]$	$\sigma_{B, \text{ож}}[\text{о}]$	τ_B	$E[\text{о}]$	$\mu[\text{о}]$	Плотность
МПа			ГПа		кг/м ³
534.78	320.95	76.25	26.12	0.16	1900

Для моделирования стеклопластика допускаем, что предел текучести равен пределу прочности при растяжении.

Для дальнейшего расчета были смоделированы болтовые соединения в местах соединения ободов со сту-

пицей, а также в местах крепления ступицы к валу были добавлены закрепления по всем степеням свободы, чтобы обеспечить неподвижность диска, затем модель разбивается на конечные элементы (рисунок 5).

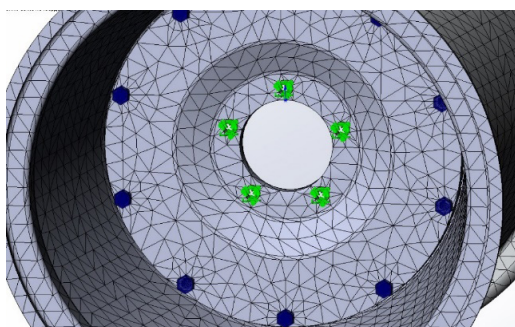


Рис. 5. Закрепления модели колесного диска

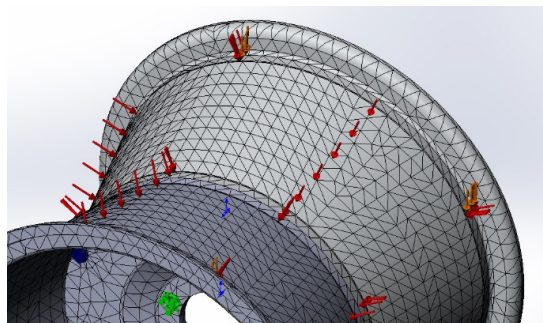


Рис. 6. Нагрузки, приложенные к модели колесного диска

Далее к модели прикладываются нагрузки. Давление камеры на колесо принимаем с запасом $P = 0,8 \text{ атм.}$ (красные стрелки на рисунке 6), а также сила $F = 7500 \text{ Н}$ (750 кг) по бокам ободов (оранжевые стрелки на рисунке 6).

После того, как создан материал, к модели приложены все нагрузки и закрепления, можно приступить к расчету.

На рисунке 7 видно, что в местах крепления ободов со ступицей выявлены слабые места конструкции, которые

не выдерживают заданные нагрузки (на рисунке показано деформированное состояние модели, увеличенное в 10 раз.). В дальнейшем в эти места будут установлены металлические втулки, которые будут воспринимать на-

грузку в местах концентрации напряжений. В остальных зонах конструкции напряжения не превышают заявленного предела текучести $\sigma_T = 427,8 \text{ Па}$.

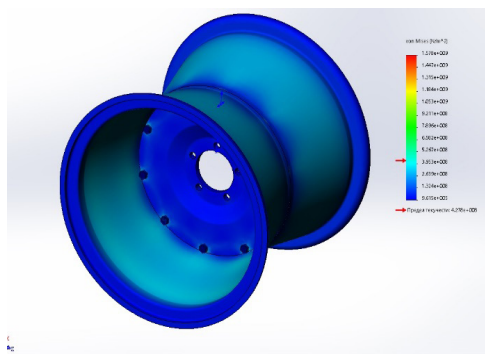


Рис. 7. Картина распределения напряжений модели колесного диска

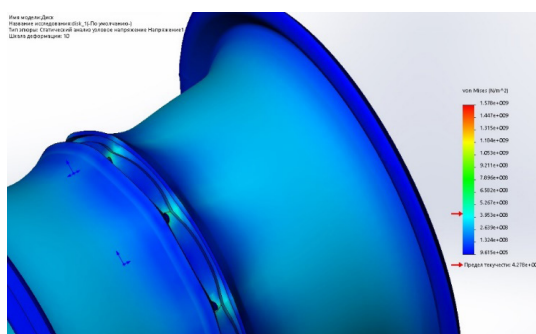


Рис. 8. Напряжения в местах крепления ободов со ступицей (x10)

На рисунке 9 представлены перемещения элементов колесного диска под воздействием нагрузок. Макси-

мальные перемещения $l = 3.24 \text{ мм}$ не превышают допускаемых.

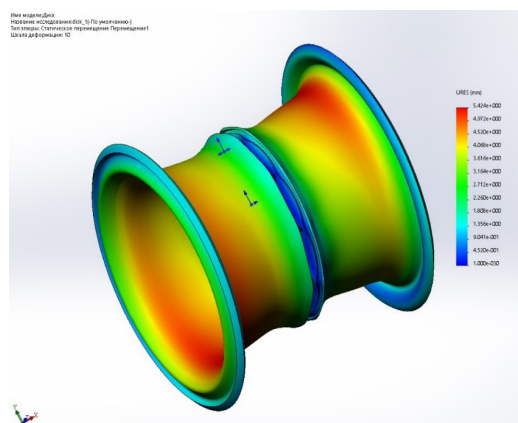


Рис. 9. Перемещения модели колесного диска (x10)

Разработанная конструкция колесного диска отличается простотой, надежностью и обладает хорошими весовыми характеристиками за счет применения ПКМ. Однако, в дальнейшем, следует учитывать влияние на-

грузок на опасные зоны конструкции (места крепления ободов со ступицей). Данные расчеты подтверждают возможность изготовления колесного диска из стеклопластика.

Литература:

1. <http://www.trecol.ru/catalog/tires/standart-reduktora/> [электронный ресурс].
2. http://avtoros.info/wheel_disks [электронный ресурс].

3. Алямовский, А.А. SolidWorks/COSMOSWorks Инженерный анализ методом конечных элементов [текст]/А.А. Алямовский — М.: ДМК Пресс, 2004. — 432 с.
4. Прохоренко, В.П. SolidWorks. Практическое руководство. — М.: Бином, 2004. — 289 с.
5. <http://carbonstudio.ru/product/sqrtm/rtm> [электронный ресурс].
6. http://www.pokrishka.ru/discs_param.html [электронный ресурс].

СТРОИТЕЛЬСТВО

Инновационные материалы — добавки и стабилизаторы для укрепления грунтов

Клековкина Мария Петровна, кандидат технических наук, доцент;

Филиппова Ксения Витальевна, магистрант

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Стабилизаторы — широкий класс разных по составу и происхождению веществ, которые в малых дозах положительно влияют на активизацию физико-химических процессов в грунтах, увеличивая плотность, влагостойкость и морозостойкость грунтов, снижая их пучинистость.

Назначение стабилизаторов в дорожной конструкции:

- гидрофобизация грунта в рабочем слое;
- структуризация (в совокупности с гидрофобизацией) грунта в основаниях дорожных одежд;
- повышение морозо- и трещиностойкости у стабилизированных грунтов в конструктивных слоях дорожных одежд.

Стабилизаторы грунтов характеризуются как многокомпонентные системы, которые имеют, преимущественно, кислую среду, обладают свойствами поверхностно-активных веществ. В состав стабилизаторов, как правило, входят суперпластификаторы, гидрофобизаторы, сложные органические соединения, которые включают сложноэфирные группы и ионогенные комплексы. Стабилизаторы рекомендуются к применению в виде разбавленного водяного раствора. Вода активизируется за счет ионизации, после того, как стабилизатор растворится в ней. На состояние глинистых и коллоидных частиц грунта раствор стабилизатора влияет активнее всего. Он изменяет их заряд за счет энергичного обмена электрическими зарядами между ионизированной водой и частицами почвы. После обмена зарядами с ионизированной водой, между грунтовыми частицами нарушаются естественные связи с капиллярной и пленочной водой. Вода легко отделяется от частиц грунта, тем самым, создавая благоприятные условия для уплотнения грунтов.

Стабилизаторы можно разделить по составу и природе взаимодействия с грунтами на следующие группы:

- ионные закрепители связных грунтов с числом пластичности от 1 до 22, при содержании песчаных частиц не менее 40 %;
- полимерные эмульсии, предназначенные для укрепления всех разновидностей крупнообломочных и песчаных грунтов, содержащих в своем составе пылеватые и глинистые частицы в количестве не менее

15 % по массе. Эффект стабилизации грунтов стабилизаторами второго типа обусловлен распадом эмульсии (испарением воды) и отверждением полимера;

- стабилизаторы основанные на ферментах, биологические и наноструктурированные вещества.

В электронную базу данных, разработанную ООО «СПбГАСУ-Дорсервис» в рамках выполнения НИР на тему: Создание базы данных расчетных характеристик материалов и грунтов с улучшенными характеристиками при проектировании нежестких дорожных одежд» включены следующие инновационные композиции и вяжущие, применяемые для укрепления грунтов:

- битумно-полимерные композиции (БПК) [1], применяемые в сочетании с минеральными вяжущими для укрепления связных грунтов, в том числе техногенных;
- полифизилаторы: «ПГСЖ — 1», изготовленный на основе концентрата добавки «Консолид 444», «ПГСБ — 2» — на основе концентрата добавки «Консервекс», «ПГСП — 3 на основе концентрата добавки «Солидрай» — смеси катионных поверхностно-активных веществ [2]. Полифизилаторы «ПГСЖ — 1» вместе с «ПГСП — 3» или «ПГСЖ — 1» вместе с «ПГСБ» применяются для стабилизации всех видов песчаных и глинистых грунтов;
- Nisoflok — полимерная добавка, работающая совместно с цементом, полученная на основе редиспергируемых полимерных порошков и минеральных наполнителей [3], обеспечивает возрастание прочностных показателей и модуля упругости по сравнению с обычным цементогрунтом;
- добавка-стабилизатор «NanoSTAB» — водная дисперсия стирол-бутадиенового полимера SIO_2 . Предназначается вместе с цементом для использования в качестве отверждающей присадки для укрепления супесчаных, песчаных, крупнообломочных и техногенных (в том числе асфальтогранулята) грунтов [4];
- Концентрат Полибонд — жидкость, включающая ПАВ и цитрусовое масло, способствующее процессу ионного обмена, поляризующее глинистые частицы грунта [5]. Применяется совместно с неорганиче-

- скими вяжущими для укрепления грунта рабочего слоя и конструктивных слоев основания;
- модификатор «RoadCem» [6] совместно с цементом используется для укрепления грунтов и асфальтовой крошки (асфальтогранулята). Полученные по технологии «RoadCem» конструктивные слои дорожной одежды имеют повышенную распределительную способность, что обеспечивает снижение давления от подвижной нагрузки на грунтовое основание.
- добавка «NovoCrete» [7] совместно с цементом применяется для устройства несущих и дополнительных слоев оснований. Природные супесчаные, песчаные, крупнообломочные грунты и техногенные (асфальтогранулят) обрабатываются минеральными вяжущими совместно с добавкой NovoCrete в смесительных установках или методом смешения на дороге с использованием ресайклера;
- ионоактивные современные материалы Perma-Zume и «Дорзин» — стабилизаторы третьего типа, основанные на ферментах, являющихся композицией веществ, в основном, образовавшихся в процессе культивирования организмов на комплексной питательной среде с некоторыми добавками [8]. Применяются для стабилизации суглинков (от легких пылеватых до тяжелых пылеватых) и глин (легких пылеватых).
- стабилизатор «ANT» — комплексное органическое соединение, которое является поверхностно-активным веществом, полученным в результате ката-

лиза, с добавления комплекса химических элементов к органическим веществам [9]. Грунты, обработанные неорганическими вяжущими с добавкой «ANT» применяют на всех категориях автомобильных дорог, во всех климатических зонах. На дорогах низких категорий существенно уменьшается материалоемкость дорожной одежды;

- LBS — жидкий силикатно-полимерный стабилизатор грунта. При внесении водного раствора LBS в грунт обеспечивается необратимое изменение физико-механических свойств грунта за счет химического воздействия, путем ионного замещения пленочной воды на поверхности пылеватых частиц молекулами стабилизатора, которые обладают водоотталкивающим действием. Обработанный стабилизатором грунт становится более прочным и практически водонепроницаемым, что делает его устойчивым к воздействию любых климатических условий. Связные грунты после воздействия на них LBS переходят в разряд непучинистых или слабопучинистых и ненабухающих или слабонабухающих. Модуль упругости для грунтов (от супеси песчанистой до суглинка тяжелого), стабилизированных LBS, достигает 160–180 МПа. Такие грунты имеют также более высокие, по сравнению с нестабилизированными грунтами в сухом состоянии, показатели устойчивости на сдвиг.

На рис. 1 показан пример применения стабилизированных грунтов на автомобильной дороге 3 категории.



Рис. 1. Устройство основания из стабилизированного грунта

Преимущества применения грунтов, стабилизированных инновационными добавками:

- возможно использовать пылеватые грунты для создания стабильных слоев;

- возможно смешивать грунт с добавками в стационарных условиях с последующим вывозом смеси на объект строительства;
- наблюдается уменьшение водонасыщения обработанного грунта вплоть до полной водонепроницаемости. Практически полное отсутствие капиллярного подъема воды обеспечивает повышение допустимых нагрузок на дорожную одежду;
- допустимая прочность конструктивных слоев может сохраняться во влажные периоды года из-за постоянного влагосодержания обработанного грунта;
- механические (прочность на сжатие и изгиб) и деформативные (модуль упругости) характеристики грунтов после введения добавок увеличиваются в 3–5 раз и выше;
- строящаяся дорога используется для движения автотранспорта немедленно после необходимого по технологии уплотнения грунта тяжелым вибротрамблером;
- снижается стоимость строительства дорог различных категорий на 10–15 %;
- ускоряются сроки строительства дороги;
- продлевается срок службы дороги без капитального ремонта;
- используются местные грунты вместо дорогих и дефицитных привозных материалов.

Литература:

1. СТО 79954613 001–2014. Грунты, обработанные раствором битумно-полимерной композиции на водном растворе «Стандарт» для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия. — Ижевск, 2014. — 68 с.
2. СТО 98983709–002–2010 Смеси грунтовые, обработанные полифизизаторами «ПГСЖ 1», «ПГСП 3», «ПГСБ 2» для автодорожного и аэродромного строительства; введ. с 01.04.10. — М., 2010. — 31 с.
3. СТО 13881083–001–2009. Полимерцементогрунтовая смесь «Nicoiflok» в дорожном строительстве. — СПб., 2009. — 10 с.
4. СТО 001–2012 Грунты, укрепленные цементом совместно с добавкой «NanoSTAB» для дорожного строительства; введ. с 16.03.2012. — М., 2012. — 20 с.
5. СТО 69646750–001–2011. Смеси грунтовые асфальтограноулобетонные, укрепленные добавкой Полибонд, для автодорожного, железнодорожного и аэродромного строительства; введ. с 12.04.2011. — М., 2011. — 61 с.
6. СТО 01393679–001–2012. Грунты укрепленные цементом совместно со стабилизатором «RoadCem» для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия. — М., 2012. — 12 с.
7. СТО 1–2011. Грунты, укрепленные цементом совместно с добавкой «NovoCrete» для дорожного и аэродромного строительства; введ. с 01.02.2011. — М., 2011. — 24 с.
8. СТО 13548260–002–2011. Материалы каменные и грунты, обработанные цементом с добавкой ферментного препарата «Дорзин». Технические условия; введ. с 13.01.2011. — М., 2011. — 33 с.
9. СТО 60929601.003–2012. Грунты, укрепленные стабилизатором «ANT», для автодорожного строительства; введ. с 18.04.2012. — ЗАО «АНТ-Инжиниринг». — 53 с.

АРХИТЕКТУРА

Деревянное зодчество в творчестве архитектора А. А. Каретникова

Акишева Вера Дмитриевна, студент

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Архитектурный облик старого Архангельска, о величие которого писал В. И. Немирович-Данченко, а И. Э. Грабарь внес в список тринадцати наиболее «достопримечательных городов-музеев» во многом создан выпускниками Института гражданских инженеров Императора Николая I [1].

На Русском Севере работали Э. К. Гензель, Г. Ф. Кацienко, С. А. Пец, Б. А. Савицкий, Э. Ф. Салатко-Петрище. Детищем выдающихся архитекторов прошлого столетия Л. Н. Кекушева и И. А. Иванова-Шица стал единый архитектурный ансамбль Северной железной дороги, построенной Саввой Мамонтовым, с конечной станцией Исакогоркой под Архангельском [2].

Значимой фигурой в создании облика столицы Поморья был выпускник вуза — гражданский инженер А. А. Каретников. В Архангельске он прошел путь от младшего инженера до губернского архитектора, исполнял обязанности епархиального архитектора, работал в составе правления Архангельского епархиального церковно-археологического Комитета (АЕЦАК), был членом Фотографического общества (АФО), являлся секретарем Архангельского Кружка любителей изящных искусств (АКЛИИ). Был одним из организаторов художественных выставок, в которых участвовали члены объединения «Мир искусства», художники-передвижники и северные живописцы А. Борисов, С. Писахов и Т. Вылка.

Окончив в 1901 году институт, после года работы в Лифляндии, Каретников получает назначение в Архангельск, где полномасштабно раскрылся его талант [2].

Пристрастие к деревянному зодчеству Андрея Андреевича не случайно. Архитектура Севера стала сенсацией в последней четверти XIX века, были сделаны крупнейшие открытия, описаны храмы и монастырские святыни, многие из которых были признаны историческими памятниками. Архангельская губерния была названа хранительницей традиций, колыбелью русского деревянного зодчества, «царством дерева и пластикой деревянного узорочья». Большую роль в популяризации народной архитектуры сыграли материалы академika В. В. Сулова, привезенные из экспедиции по Северу России.

Свое отношение к деревянному зодчеству Каретников ярко описал в одном из очерков: «...Такого творческого размаха русский человек не проявил, кажется, ни на каком другом поприще своей деятельности...». Архитектор сокрушался: «...Копали курганы, увлекались эллинистическими древностями, занимались отгадыванием тайного смысла манускриптов, а тем временем чудесное, вечно живое родное искусство, которое нам осталось от прошлых веков, погибало...» [10, с. 50].

В 1903 году А. А. Каретников был назначен епархиальным архитектором, с одновременным несением прямых обязанностей по основной службе в губернском Строительном отделении. За четыре года работы в епархии зодчим было сделано немало. Императорской Археологической комиссией (ИАК) ему было доверено заниматься реставрациями памятников архитектуры, проводить обмеры, осуществлять контроль над ходом работ. Методом полной переборки «в тех же осях и старых формах» Каретниковым была осуществлена реставрация Никольских храмов в д. Панилово и с. Зачачье, реставрация колокольни и ремонт храма в с. Турчасово (рис 1) [3, 1911, № 11, с. 130; 4, оп. 4, т. 3, д. 1710, л. 2—4, 26, 27, 34, 104—104 об.]. Он занимался устройством центрального отопления в Кемь, переустройством дома духовной консистории, выполнил обмеры и снял планы с натуры древней Пабережской церкви и Ухтоостровского храмового комплекса (камень).

Деятельность А. А. Каретникова высоко оценивалась в Техническом Строительном комитете при Св. Синоде, грамотность реставраций отмечали профессор Н. В. Султанов и Императорская Археологическая комиссия, выразившая зодчему благодарность за труды: «Милостивый государь, Андрей Андреевич! Императорская Археологическая комиссия, рассмотрев фотографические снимки с реставрированной под Вашим наблюдением древней Паниловской церкви, признала работы произведенными вполне хорошо и постановила выразить Вам свою искреннюю благодарность за Ваши просвещенные труды. Примите уверение в совершенном почтении и преданности» [4, оп. 4, т. 2, д. 3268, л. 181]. За вклад в сохранение культуры Русского Севера архитектор был награжден бронзовой медалью Дома Романовых.



Рис. 1. Культовые постройки, отреставрированные А.А. Каретниковым: а). Никольская церковь в д. Панилово в период реставрации, 1907–1908 гг. Фото А.А. Каретникова; б). храмовый комплекс в с. Турчасово, фото 1970-е гг.; в). Никольский храм в с. Зачачье после реставрации. 1914 гг. Фото А.А. Каретникова. АОКМ.

Андрей Андреевич очень ревностно относился к искажению памятников истории. Он ратовал за сохранение древних иконостасов, резко выступал против перемещения построек, требовал разумного подхода к реставрациям и согласований с Императорской Археологической комиссией. Зодчий боролся за каждый храм, он говорил: «...Интерес к новизне, к дешевке и практичности..., при отсутствии представления об истинной красоте, без разумного влияния извне и породили стремление к разрушению старого...» [8, 1909, № 4, с. 18]. Отрицательное мнение Каретникова об обшивках тесом и железных кровлях деревянных культовых строений, полностью уничтожавших архитектурные облики древних построек, совпадало с мнениями авторитетных архитекторов В.В. Суслова, Д.В. Милева и П.П. Pokрышкина. Указывая на красоту культовых сооружений, где строительный материал, являлся материалом искусства, а конструктивные и функциональные особенности — декоративным оформлением, Каретников категорично противился «дилетантским» поновлениям. Нажил себе массу недругов в духовном сообществе, и был уволен с должности епархиального архитектора по воле «работодателя». Все попытки получить объяснения не увенчались успехом. Каретникова в должности не восстановили [4, оп. 4, т. 2, д. 3268, л. 115, 118, 119, 122–123, 142, 142 об., 151–152 об., 179–181]. Архитектор не опустил руки, его гражданская позиция и любовь к народному зодчеству проявлялись в работе в АЕЦАК, членом которого он являлся с 1904 года.

В силу своих служебных обязанностей зодчий хорошо знал историческую и художественную ценность культовых сооружений, настаивал на обмерах памятников и их регистрации. Андрей Андреевич один из первых выполнил классификацию деревянных церквей, разобрав технологии храмостроительства по их конструктивным особенностям, назвав шатровые храмы «альфой и омегой народного творчества» [10, с. 54–56].

Непримиримый борец за подлинность деревянной архитектуры он критиковал работу епархиального Комитета: «...Губерния и церковно-епархиальный Комитет... живут и действуют по своему усмотрению, и не

только всестороннее обследование не проведено местными силами..., но я даже не знаю случая, когда бы Комитет предупредил разрушение какого-либо памятника...» [9, 1909, № 4, с. 21–22]. Критика зодчего была услышана, АЕЦАК стал разбирать ходатайства о ремонтах, во многих спорных вопросах Комитет защищал древние строения и высказывался «за сохранение старины и предполагая возможные условия для этого», при этом окончательное решение относил к компетенции Археологической комиссии. Пресекая просьбы о сносе ветхих культовых сооружений, Комитет распространял среди духовенства и прихожан печатные труды Каретникова [3, 1911, № 5, с. 368–369; 3, 1917, № 10 с. 181; 4, оп. 4, т. 3, д. 2023, л. 15–30; 4, оп. 38, д. 229, л. 1; 6, 1911, № 5, с. 368–369; 6, 1915, № 22, с. 454].

Архитектор вел постоянную просветительскую работу. Выступал с докладами, рефератами и отчетами «о необходимости принять меры к сохранению и поддержанию существующих памятников древнерусской архитектуры...» Читал лекции в Духовной семинарии по истории храмостроительства и археологии. Участвовал в комплектовании экспонатами коллекции древлехранилища, рассматривал ходатайства о переделках и перестройках церквей, колоколен и часовен. Он являлся «полезным деятелем Комитета, особенно в решении вопросов о художественном значении архитектуры старинных церквей, часовен, а также — иконостасов и иконописи ...» [3, 1909. № 11, с. 342–343; 3, 1912, № 5, с. 366; 3, 1913, № 16, с. 449–453; 3, 1914, № 9, с. 3; 6, оп. 1, д. 45, л. 8; 6, оп. 1, д. 51, л. 6; 6, оп. 1, д. 78, л. 10 об., 11; 6, оп. 1, д. 90, л. 2].

В период работы в Архангельске по проектам архитектора было построено несколько зданий. В стиле деревянного зодчества — Народный дом им. Петра I в Соломбале. В конкурсе на образ сооружения участвовало 5 проектов. Основным условием было исполнение в «дереве и «русском» стиле». Конкурс оценивал Общественный комитет во главе с губернатором. Победителем стал проект А.А. Каретникова «Дела давно минувших дней...».

Судьба наследия Каретникова трагична. Большинство зданий, построенных по авторским проектам, были утра-



Рис. 2. Народный дом им. Петра I, арх. А.А. Каретников, 1912 г. АОКМ

чены в советский период XX века. В настоящее время творчество архитектора представлено двумя каменными строениями в столице Поморья: свето-водо-лечебницей П.А. Дмитриевского и храмом подворья Николо-Корельского монастыря [5, оп. 1, д. 3129, л. 12]. В области в рунированном состоянии доживает свой век Сретенско-Казанская церковь в Большой Фехтальме [3, 1907, № 5, с. 129–131]. После переноса Домика Петра I в Коломенский музей был разобран павильон, построенный зодчим для реликвии к 200-му юбилею Полтавской битвы. Сгорел Народный дом им. Петра I в Соломбале. В период глобальной реконструкции города были уничтожены жилые дома доктора П.А. Дмитриевского, купца А.А. Быкова и рыбопромышленника К.Ю. Спаде [1; 2].

Подлинным наследием А.А. Каретникова являются его печатные труды: «Судьба старого церковного зодчества в Архангельской губернии», «Деревянное церковное строительство в старину на севере России», «О церквях в Троицком Ухтоостровском приходе Холмогорского уезда и их реставрации», «Деревянное строительство в старину на Севере», «Мария Дмитриевна Кривополенова, сказительница былин» и др. Последние печатные очерки на территории России были опубликованы на страницах «Мурманского вестника» в 1919 году.

Зодчий был талантливым фотографом. Около сотни снимков, хранящихся в архивных и музейных фондах, представляют бесценный иллюстративный материал ныне утраченных реликвий — памятников худо-

жественной русской старины, что охватывают значительную часть исторических сооружений и представляют довольно полную картину старинного архитектурного искусства Русского Севера [6, оп. 1, д. 78, л. 10 об.; 9].

В 1916 году архитектор был переведен на службу в Петроград, в 1918–1919 годах работал редактором «Мурманского вестника», на страницах которого резко выступил против политики большевиков по уступке Финляндии западной части Мурмана: «...Россия, недавно Великая, в результате действий легкомысленных и безответственных авантюристов раздирается на части...». В июле 1919 года иммигрировал, был членом Союза русских инженеров, жил в Брюсселе [2; 7; 8, 1919, № 5–6, с. 129–131]. На Родине на долгое время имя зодчего было забыто. Впервые о вкладе А.А. Каретникова в российскую культуру в 1974 году упомянул А.В. Ополонников, назвав архитектора фундаментом, «на котором позже начала преемственно формироваться» современная методика реставрации народного зодчества [10].

Закончить обзор о творчестве Каретникова хотелось бы словами самого Андрея Андреевича: «...это сообщение пусть будет тем комочком снега, который, катясь по мягкой снеговой поверхности, — поверхности интереса и любви к старому искусству..., все увеличивается и увеличивается в своих размерах и превратится наконец в огромный шар, из которого после сумеют слепить памятник родной культуре...» [8, 1909, № 4, с. 38].



Рис. 3. Культовые постройки Архангельской губернии: а). Михайло-Архангельский собор в Шенкурске (1668 г.); б). Успенская церковь в Суланде (1667 г.); в). Воскресенская церковь в Усть — Паденьге (1673 г.); г). храм Животворящей Троицы в Шеговарах (1668 г.); д). Никольская часовня в с. Васильевское (1829 г.).

Фото А.А. Каретникова. АОКМ

Литература:

1. Акишева, В.Д. Трансформация архитектурного силуэта Архангельска // Международный студенческий научный вестник. — 2016. — № 6. — с. 132–132; URL: <https://www.eduherald.ru/ru/article/view?id=16787>. (дата обращения 31. 03. 2017).
2. Акишева, В.Д. Архитектурное наследие выпускников института гражданских инженеров в Архангельске // Международный студенческий научный вестник. — 2017. — № 1. — с. 27–27; URL: <https://www.eduherald.ru/ru/article/view?id=16822>. (дата обращения 31. 03. 2017).
3. Архангельские епархиальные ведомости, (АЕВ).
4. ГААО. Архангельская духовная консистория. Ф. 29.
5. ГААО. Николаевский Корельский третьеклассный монастырь. Ф. 191.
6. ГААО. Архангельский епархиальный церковный археологический комитет. Ф. 510.
7. Дойков, Ю.В. Архангельские тени (по материалам ФСБ). — Архангельск: [б. и.], 2008. — С 121.
8. Известия Архангельского общества изучения Русского Севера, (ИАОИРС).
9. Мурманский вестник. — 1919. — № 38, — с. 4–5.
10. Ополовников, Д.Н. Реставрация памятников народного зодчества. — М: Стройиздат, 1974. — с. 18–19.

Сергей Пец — архитектор северного модерна

Акишева Вера Дмитриевна, студент

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Архитектурная биография столицы Поморья тесно связана со школой гражданских инженеров Санкт-Петербурга. В создание облика старого Архангельска большой вклад внес выпускник института С.А. Пец. Здания, построенные по его проектам, имеют неповторимый облик, декоративность убранства, многочисленность элементов, различность фактур и гармонично вписаны в ткань города.

Ключевые слова: институт гражданских инженеров, Русский Север, Архангельск, архитектор С.А. Пец, архитектура модерна

Архитектурная история Архангельска начала XX века тесно связана с творчеством выпускника института гражданских инженеров (ИГИ) Сергея Печа, наследие которого в настоящее время находится на государственной охране и представляет историческую значимость для Архангельска.

Сергей Августович, выходец из рода, который берет начало с голландского шкипера, приехавшего на Север во времена Петра I [1]. Становление зодчего проходило в период обучения, в столице империи в стиле «северного модерна» творили Ф. Лидваль, А. Шульман, Н. Васильев, Р. Мельцер, А. Гимпель и др. После окончания института в 1907 году Пец был определен младшим инженером дорожной части Архангельского губернского комитета. В 1914–1917 годы был производителем работ Архангельского порта. Помимо основной службы, активно участвовал в жизни города, был член Архангельского общества изучения Русского Севера (АОИРС) и Архангельского фотографического общества, входил в состав жюри губернского фотоконкурса «Осень» (1914 г.) [2, с. 287]. Преподавал рисование в Императорском техническом училище им. Петра I. Был представлен к ордену Святой Анны III степени [4]. По его проектам в Архангельске были построены магазин купцов Макаровых, лесопильный завод Вальневых, перестроен жилой дом Ренни-Шаврина. Зодчий приверженец стиля

модерн: наиболее яркими являются дом промышленника Я.А. Беляевского (1912 г.), торговый дом купцов Макаровых и Константиновский приют (1914 г.).

Архитектура зданий Печа, необычна, они заметно отличались от рядовых построек города, имели неповторимый облик, декоративность, которая проявлялась в убранстве и многочисленности элементов на деревянных домах, использовании различных по фактуре материалов для фасадов каменных строений. Зодчий, тонко чувствовал заказчика, создавал для него образ дома, соответствующий характеру хозяина, при этом гармонично вписывал здание в ткань города.

В Архангельске судьба сводит Сергея Августовича с местным предпринимателем Я.Е. Макаровым. Первый проект для магазина купца зодчий создает в 1910-м году. Протяженное здание имело радиусное завершение угла, увенчанное башенкой (рис. 1). Фасады строения сложно декорированы, применены различные фактуры оформления стен: белокаменный цоколь, рядовая кладка из красного кирпича, штукатурная отделка с окраской объемного карниза и крупномерные блоки для фронтона. Два ряда оконных проемов имеют поэтажную отделку: первый — оформлен арочными окнами, второй — прямоугольными. Фасады украшены лучковыми перемычками проемов, междуэтажным поясом в виде фриза и богато декорированными окнами.

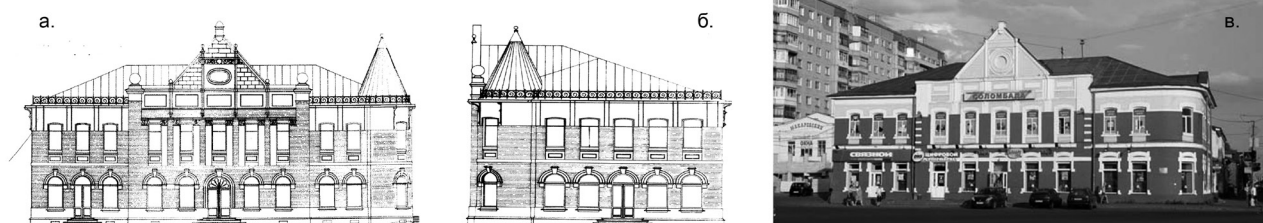


Рис. 1. а, б. — проект главного и бокового фасадов. ГААО; в. — магазин в Соломбале. Фото 2010 г.

Далее было перестроено по проекту зодчего здание лесозавода Товарищества братьев Вальневых на р. Май-

макса. В 1911 году Сергей Августович занимался переустройством жилого дома Ренни-Шаврина.

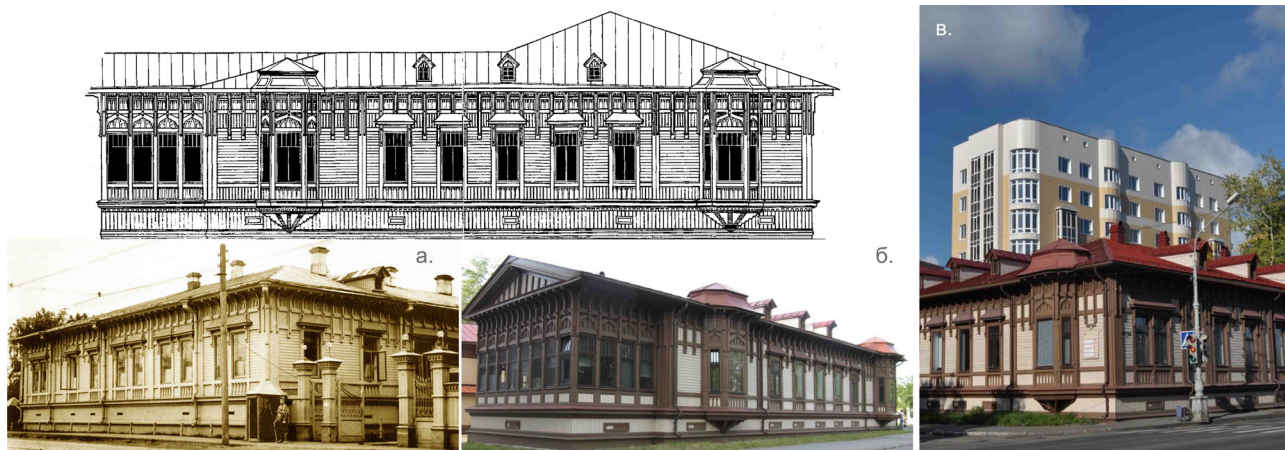


Рис. 2. а. — жилой дом Ренни-Шаврина. Фото 1918 г. АОКМ; б, в. — здание молодежного театра после реставрации 2009 г., арх. В.А. Титов. Фото К. Баранова, 2013 г.

Богатое убранство силуэтного декоративного карниза, выступающие эркеры, остекленная веранда, так не характерная архангельской гражданской архитектуре, выделили особняк в застройке Немецкой слободы (рис. 2). Здание отличалось от окружающих строений внутренним двориком с атриумом.

Среди зданий, выполненных из дерева, несомненный интерес вызывает дом промышленника Я.А. Беляевского (рис. 3), построенный по проекту С.А. Печа в 1912-м году. Рафинированный богатый промышленник пожелал иметь необычное строение. В поиске неповто-

римого образа Пец создает дом с лицом собственным, отличным от застройки Архангельска. Используя традиционный для Севера материал и приемы народного деревянного зодчества, архитектор раскрывает пластику дерева, красоту строительного материала, смешивая «грубость» несущих стен и воздушность элементов декорации. Конструктивные особенности дома стали одновременно и декоративным оформлением. Разновысотный объем здания, разнообразие оконных проемов, декоративных обшивок, проработка деталей резных вставок придавали дому необычный вид.



Рис. 3. Дом купца Я.А. Беляевского. Фото 1918 г. АОКМ

В 1973 году, после пожара город потерял один из немногих деревянных жилых строений, выполненных в стиле модерн, и к тому времени сохранившихся.

После проектов реконструкции завода Вальневых и сказочного деревянного особняка купца Я.А. Беляевского Сергей Августович приступает в 1912 году к

работе над торговым домом для Макарова. Выразительное здание в три этажа при внешней сдержанности отделки — облицовка диким камнем, грубой штукатуркой в серых тонах с декоративными вставками из белого камня — оригинально (рис. 4). Здесь проявляется увлечение архитектора северным модерном. Торговый дом стал первым гражданским высотным зданием Адмиралтейской слободы, значительно выделялся

на фоне рядовой застройки. Для создания парадного образа зодчий использует характерные модерну приемы — асимметрию в оформлении фасадов, парапетную ковку, декорацию карниза, различные разновидности оконных проемов, изогнутость линий фронтонов и плавность растительного орнамента. В настоящее время здание искажено поздними перестройками и требуется реставрация.



Рис. 4. Торговое здание купцов Макаровых в Соломбале. Фото конца XX в. АОКМ

Не без участия предпринимателя Я. Е. Макарова архитектор получает подряд на проектирование следующих объектов. В 1913—1914 годах он создает проекты приюта для сирот и театра — пристройки к Народному дому им. Петра I.

В проекте Константиновского приюта (рис. 5) раскрылся талант и любовь зодчего к стилю модерн. Здесь Сергей Пец проявил настоящее искусство в подборе отделочных материалов. Создает образ с деликатным использованием грубой штукатурки, рядовой кладки и гладко окрашенных стен.

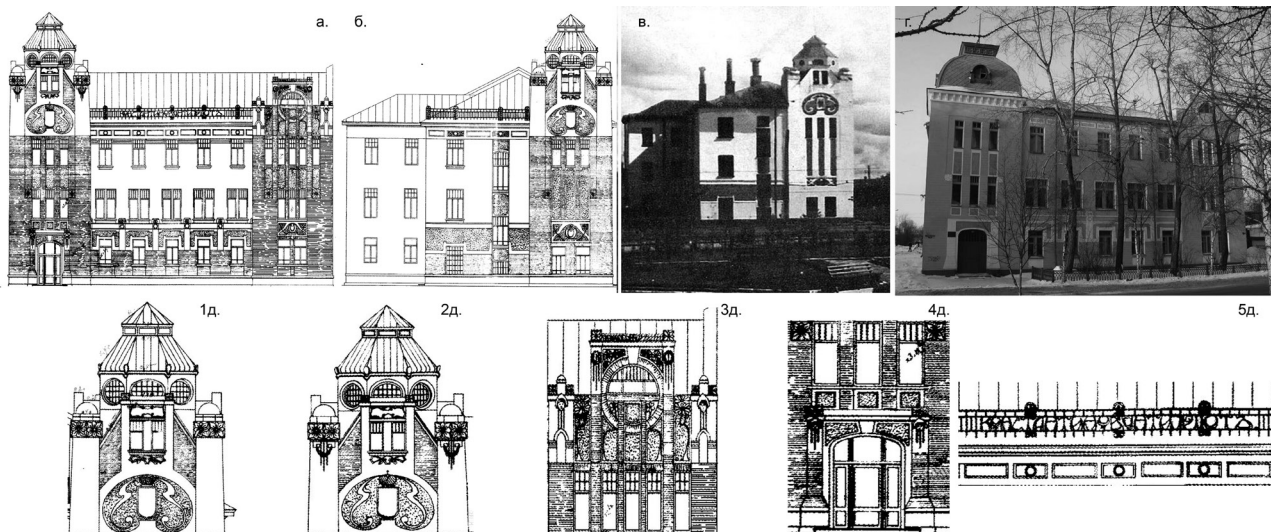


Рис. 5. Константиновский приют, 1914 г. арх. С.А. Пец: а. — главный фасад по Преображенскому проспекту; б. — боковой фасад по Базарной улице; в. — здание бывшего Константиновского приюта, фото середины XX в.; г. — здание бывшего Константиновского приюта, фото 2014 г.; д. — декоративные элементы украшения фасадов, ныне утраченные

Смешение обработанного и фактура «грубо» оштукатуренного полотна стен с кирпичным объемом, использование орнаментальности с элементами северного фольклора придают сооружению вид средневекового замка. В отличие от Торгового дома фасады Константи-

новского приюта свободны от мелких деталей. Игра зодчего с оформлением полотна стен создает сложный образ сооружения. Акцентами декорации стали изысканное оформление верхней части башни и правого углового фронтона элементами растительного орнамента и силу-

этами диких животных. Центральное место главного фасада башни украшал герб и царская корона, на кованом парапете ажур с надписью «Константиновский приют». Использование различных строительных материалов для цветотональности плоскостей, разнообразие оконных заполнений, несколько грубая декорация простенков превращает сооружения в сложную композицию. Все это в купе с разновысотными объемами и массивностью форм придало зданию монументальность, оно стало центральной доминантой Соломбалы и даже по нынешним меркам имеет существенные объемы.

В советский период дом несколько раз перестраивали, здание оштукатурили (рис. 5в), большая часть декора-

тивных элементов фасадов была демонтирована, после войны изменены формы завершения башни, полностью искажено декоративное оформление (рис. 5г). В настоящее время строению требуется масштабная реставрация.

Представляет интерес и проект каменного театра — пристройки к Народному дому им. Петра I. Здесь С.А. Пец увязывает формы своего сооружения с существующими объемами построенного А.А. Каретниковым Народного дома и создает яркий образ в русских народных традициях. Этот проект, к сожалению, не был реализован в связи с начавшейся Первой мировой войной.

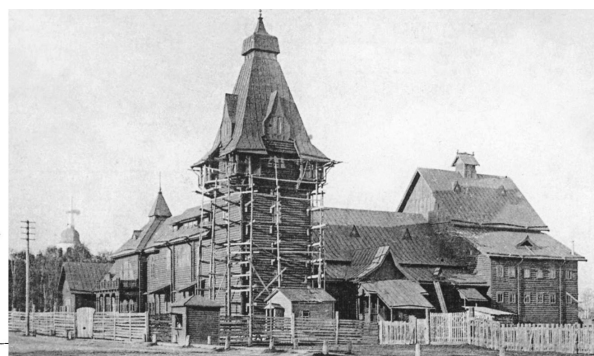
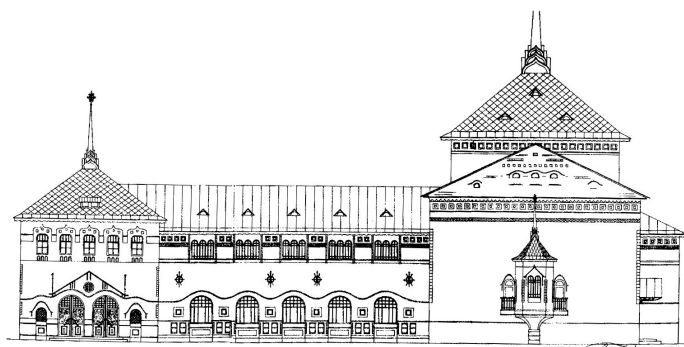


Рис. 6. Проект каменного театра — пристройки к Народному дому в Соломбале, 1914 г. АОКМ

Совместными усилиями А.А. Каретникова и С.А. Пeca был создан Петровский комплекс (1912—1914 гг.) на набережной Северной Двины: первый зодчий создал павильон для Домика Петра I, второй — постамент для памятника императору (М.М. Антакольский).

После событий 1917 года и передачи части Кольского полуострова Финляндии, Архангельское общество изучения Русского Севера (АОИРС), членом которого был С.А. Пец, через журнал Известия АОИРС выступило против аннексии Мурмана [5, 1919, № 5—6, с. 129—131]. С установлением власти большевиков, АОИРС признано контрреволюционным объединением, его члены подверглись репрессиям: 16 прошли ужас сталинских лагерей и тюрем, 40 были приговорены к расстрелу, 43 закончили свою жизнь в изгнании. Не избежал репрессий и Сергей Августович Пец [1, 3, 4].

В 1917 году С.А. Пец был назначен городским архитектором, в 1918 году занимал должность старшего ин-

женера управления Архангельского порта, управлял технической конторой в порту, был уволен 15 августа 1919 года, после чего переехал в Мурманск. До 1937 года проживал по адресу: набережная Красного Спорта, д. 14, кв. 1. Был арестован 29 августа 1937 года (Ст. 58 п. 6—8—10 УК РСФСР), приговорен «по первой категории» к высшей мере наказания. Приговор был приведен в исполнение 10 января 1938 года. Похоронен С.А. Пец на территории тайного могильника НКВД Левашовской пустыни Ленинграда. Реабилитировали Сергея Августовича в 1989 году Постановлением генпрокуратуры РСФСР [1, 4, 6].

Трагическая судьба зодчего известна не многим, но с творчеством архитектора опосредованно знаком каждый взрослый россиянин, — пятисотрублевой купюрой с изображением монумента Петра I на постаменте С.А. Пeca на фоне парусника и морского речного вокзала Архангельска.

Литература:

1. Акишева, В.Д. Архитектурное наследие выпускников Института гражданских инженеров в Архангельске // Международный студенческий научный вестник. — 2017. — № 1. — с. 27—27; URL: <https://www.eduherald.ru/ru/article/view?id=16822> (дата обращения: 22.01.2017).
2. Бронникова, Е.П. Архангельская фотография (1847—1931). — Архангельск: изд-во ОАО ИПП «Правда Севера», 2014. — с. 287.
3. Дойков, Ю. Архангельские тени (по материалам ФСБ). — Архангельск: [б. и.], 2008. — с. 101—123, 155.
4. Дойков, Ю. Свеча горит... Немецкие тени в архангельском Гулаге (1920—2010). — Архангельск: [б. и.], 2010. — С. 279.
5. Известия Общества изучения Русского Севера, (ИАОИРС).

6. Книга памяти: Поименный список репрессированных жителей Кольского полуострова, а также иностранных граждан, проживавших в Мурманской области // URL: <http://viz.nlr.ru/person/book/murm/0/4280> (дата обращения 27. 12. 2016).

НОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

Устройство для дозированного введения жидкого лекарства в глаз (Патент РФ на полезную модель № 143454)

Прокопьев Николай Яковлевич, доктор медицинских наук, профессор;
 Комаров Антон Петрович, врач-интерн
 Тюменский государственный университет

Приводится описание и методика использования устройства, обеспечивающего дозированное введение жидкого лекарственного средства в глаз.

Ключевые слова: жидкие лекарственные средства, глаз, устройство

Полезная модель относится к области медицины и медицинской технике, предназначенной для дозировки лекарственных средств, а именно к медицинским пипеткам для глазных капель.

Цель полезной модели — снижение трудоемкости и повышение точности введения лекарственного препарата в глаз, а также снижения риска микробного обсеменения последнего.

В настоящее время для лечения и профилактики болезней переднего отдела глаза и окружающих его тканей используются препараты в виде глазных капель. Эти формы препаратов имеют достаточно выраженный эффект и могут применяться больными самостоятельно. Обязательным условием при этом является наличие простерилизованной пипетки, а также тщательного соблюдения правил закапывания глазных капель. При нарушении техники применения капель возможно микробное инфицирование передних отделов глаза, что в свою очередь может привести к усугублению основного заболевания [3, 4].

Известно устройство для нанесения жидких лекарственных препаратов, содержащее насадку-капельницу и защитный колпачок [2]. Недостатком данного устройства является неудобство пользования при введении лекарственного препарата в глаза.

Известна также пипетка для введения глазных капель, содержащая трубку из света прозрачного материала с зауженным дистальным концом и баллончик из упруго-эластичного материала, установленный на проксимальном конце трубки [1]. Недостатком данной пипетки является повышенная трудоемкость и низкая точность введения глазных капель самим пациентом.

Общим недостатком указанных устройств является то, что при их использовании не исключается возможность инфицирования передних отделов глаза, вследствие необходимости оттягивания нижнего века перед закапыванием глазных капель.

Целью технического решения является создание легкого в обращении, удобного в использовании устройства, обеспечивающего быстрое, максимально точное и дозированное введение лекарственного препарата в глаз, а также снижение риска микробного обсеменения последнего.

Технический результат поставленной цели достигается тем, что устройство состоит из трубки 1, дистальный конец которой завершается отверстием 2 для выхода капель, и баллончика 3, расположенного на проксимальном конце. К трубке 1 присоединяются имеющие изогнутую форму лапки 4, проксимальные части 5 которых переходят в обращенные к баллончику 3 вогнутые части 6. Лапки 4 скрепляются друг с другом, причем дистальные их концы завершаются эластичными веко расширителями 7.

На рисунке 1 изображен общий вид полезной модели.

Полезная модель используется следующим образом.

После забора препарата в трубку 1 через отверстие 2 посредством создания отрицательного давления путем сжатия баллончика 3 пальцами с диаметрально противоположных сторон, к устройству присоединяются лапки 4 таким образом, что изогнутые части 6 примыкают к баллончику 3, а дистальный конец трубки 1 располагается между веко расширителями 7 на высоте примерно 1 см от их дистального края. Удерживая устройство за проксимальные части 5 лапок 4 I и II пальцами его подносят к глазу. Пациент разгибает голову, глаз при этом должен быть устремлен вверх. После касания веко расширителей 7 с нижним и верхним веком закапывающий капли начинает аккуратно сдвигать проксимальные части 6 лапок 4 по направлению друг к другу, при этом происходит механическое сдавление баллончика 3, что способствует продвижению лекарственного средства по трубке 1 к отверстию 2 с последующим каплеобразованием. Во

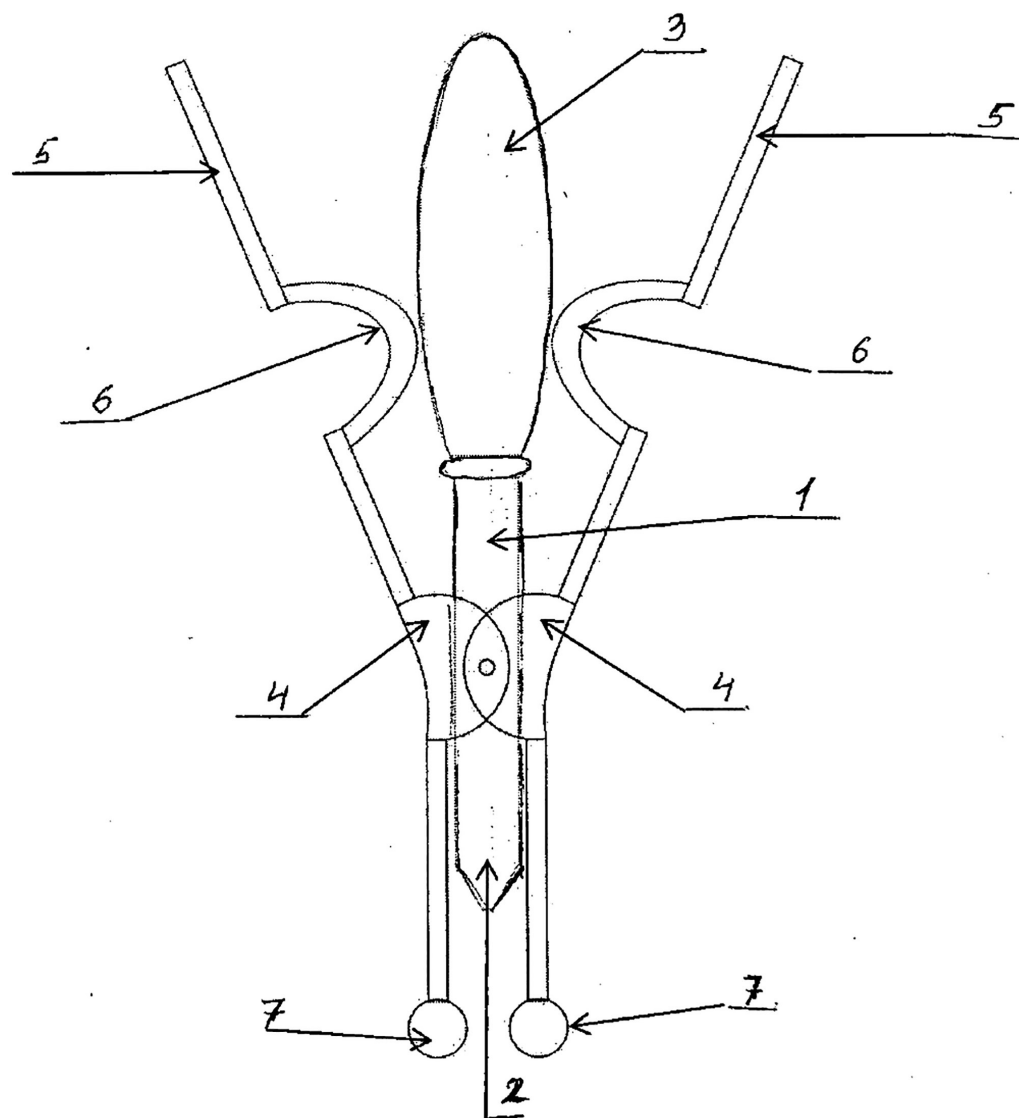


Рис. 1.

время этого происходит одномоментное расхождение веко расширителей 7, увлекающих за собой нижнее и верхнее веки, что обеспечивает создание оптимального просвета для прохождения капель в конъюнктивальный мешок.

Положительный эффект заявленного технического решения состоит не только в удобстве в работе, но и быстром по времени и максимально точном и дозированном введении лекарственного препарата в глаз, а также снижении риска микробного обсеменения последнего.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 143454

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОБЛЕГЧЕНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ГЛАЗНЫХ КАПЕЛЬ

Патентообладатель(ли): *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Тюменский государственный университет" (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2014114735

Приоритет полезной модели 14 апреля 2014 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации 20 июня 2014 г.

Срок действия патента истекает 14 апреля 2024 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Б.П. Симонов





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ ОПИСАНИЯ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2014114735/14, 14.04.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
14.04.2014

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 14.04.2014

(45) Опубликовано: 20.07.2014 Бюл. № 20

Адрес для переписки:

625003, г. Тюмень, ул. Семакова, 10, ФГБОУ
ВПО "Тюменский государственный
университет"

(72) Автор(ы):

Петров Сергей Анатольевич (RU),
Комаров Антон Петрович (RU),
Прокопьев Николай Яковлевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования "Тюменский
государственный университет" (RU)

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОБЛЕГЧЕНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ГЛАЗНЫХ КАПЕЛЬ

(57) Формула полезной модели

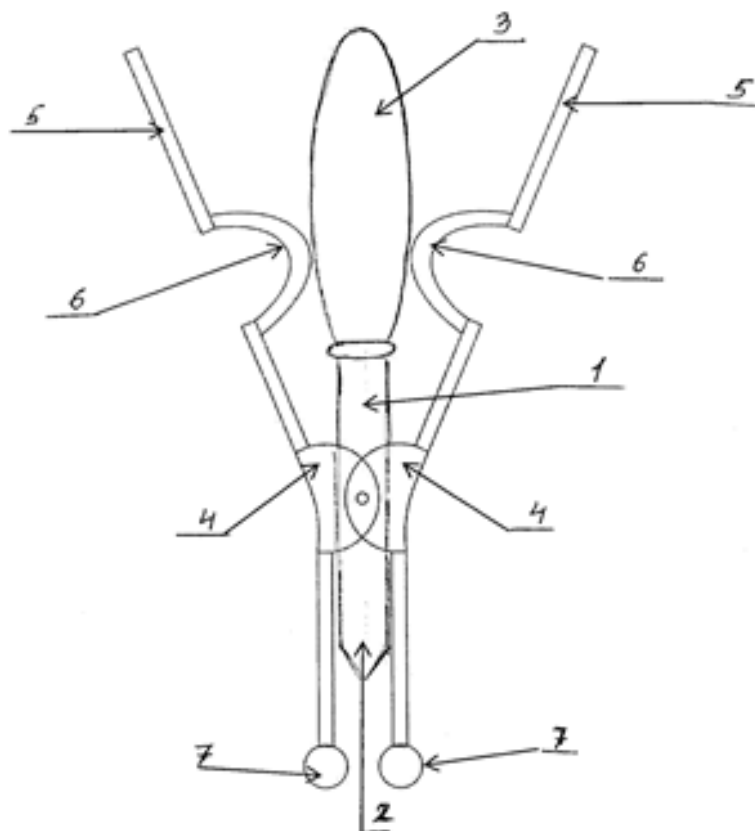
Устройство для облегчения применения глазных капель, отличающееся тем, что содержит лапки, обеспечивающие одномоментное раздвижение век и механическое сдавление баллончика, что способствует каплеобразованию лекарственного средства.

RU 143454 U1

RU 143454 U1

RU 143454 U 1

RU 143454 U 1



Стр. 2

Литература:

1. Патент SU 1407391, опубл. 30.06. 1988 г.
2. Патент SU 946557, опубл. 30.07. 1082 г.
3. Рухлова, С.А. Основы офтальмологии. Учебная литература для студентов медицинских ВУЗов, Тюмень: ООО «Сити — пресс», 2006, 200 с.
4. Справочник медицинской сестры по уходу /Под ред. Н.Р. Палеева. М.: Медицина, 1980.

Устройство для щадящего рассечения мягких тканей (Патент РФ на полезную модель № 141182)

Прокопьев Николай Яковлевич, доктор медицинских наук, профессор
Тюменский государственный университет

Крючков Игорь Михайлович, кандидат медицинских наук, доцент;
Комаров Антон Петрович, врач-интерн
Тюменский государственный медицинский университет

Приводится описание и методика использования устройства, предназначенного для щадящего рассечения мягких тканей.

Ключевые слова: мягкие ткани, рассечение

Полезная модель относится к области медицины и медицинской технике, а именно к устройствам, предназначенным для проведения полостных операций, в частности на передней брюшной стенке, предусматривающей щадящее рассечение мягких тканей.

Цель полезной модели — обеспечение проведения операции посредством щадящего рассечения мягких тканей.

В хирургической практике при оказании оперативного пособия, например, на органах брюшной полости, обязательным условием является послойное рассечение мягких тканей: кожи, подкожно жировой клетчатки, фасции, мышц, апоневроза и т. д., имеющих различную анатомическую структуру, что, в свою очередь, требует попеременного применения, соответствующих инструментов и силового усилия. С этой целью используются хирургические инструменты, выпускаемые медицинской промышленностью, в частности, разнообразные виды ножниц и скальпелей.

Известно, что для рассечения тканей используются ножницы Рихтера — с изгибом по ребру, ножницы Купера — с изгибом по плавной дуге, ножницы Сиболда — с S-образным изгибом [3, 4], а также общехирургические ножницы [5]; различного рода скальпели. Известен скальпель [1], содержащий выполненное с хвостовиком и фиксирующим выступом сменное лезвие, спинка которого выполнена с ориентированным к концевому заострению скосом, и соединенную с лезвием рукоятку с расположенным под углом рабочим торцом, выполненным в виде опорного выступа с продольным внутренним пазом под спинку лезвия и выемкой под фиксирующий выступ. Недостатком данного скальпеля является то, что его рабочий торец, перекрывая значительную часть спинки лезвия, существенно снижает его функциональные возможности за счет ухудшения визуального обзора с нарушением точности, направленности и глубины реза и тщательности отделения тканей, особенно в глубоких операционных ранах. Кроме того, скальпель неудобен в пользовании, так как неустойчив в руке хирурга при передаче дозированного усилия на лезвие и за счет люфта в узлах соединения лезвия и рукоятки, а производственная подгонка хвостовика лезвия под сложный профиль опорного выступа для устранения последнего недостатка — достаточно сложный процесс.

Известен также скальпель [2], содержащий лезвие, рукоятку и съемный защитный футляр, соединенный с рукояткой с возможностью поворота и имеющий форму желоба с шириной, соответствующей толщине участка рукоятки, охватываемой желобом, причем расстояние от острия лезвия до отверстия, используемого для поворота футляра, превышает расстояние от торца желоба до оси поворота футляра. Недостатком скальпеля является недостаточная эффективность процесса фиксации съемного защитного футляра на скальпеле, при которой не исключается контакт лезвия с футляром, чреватый повреждением лезвия, особенно при его выполнении из неупругих (хрупких) материалов.

Общим недостатком указанных инструментов является то, что они имеют одну «рабочую поверхность», что вызывает сложности у хирурга при необходимости их попеременного использования, а это, в свою очередь, увеличивает продолжительность оперативного пособия, и может способствовать повышению риска оперативных осложнений.

Целью технического решения является создание легкого в обращении, удобного в использовании универсального устройства для рассечения мягких тканей, позволяющего максимально быстро и с минимальной травматизацией тканей благодаря исключению их разможнения посредством острого лезвия, либо с незначительным усилием, за счет «эффекта рычага», провести их рассечение.

Технический результат поставленной цели достигается тем, что устройство состоит из двух подвижно скрепленных браншей 4, удерживаемых замком 3 и завершающихся кольцами 5. Одна из браншей в ее верхней части представлена лезвием 1 с обычной режущей кромкой. Конструктивной особенностью другой бранши является то, что она, во-первых, имеет лезвие 2 с двусторонней режущей поверхностью, причем верхняя сторона которого выполняет роль скальпеля, а во-вторых — кольцо 5, содержит усилитель 6, предусматривающий ориентацию режущей поверхности.

На рисунке 1 изображен общий вид полезной модели.

Полезная модель используется следующим образом. После обработки операционного поля хирург, удерживая устройство усилителем 6 вверх, проводит рассечение кожи и подкожно жировой клетчатки лезвием 2.

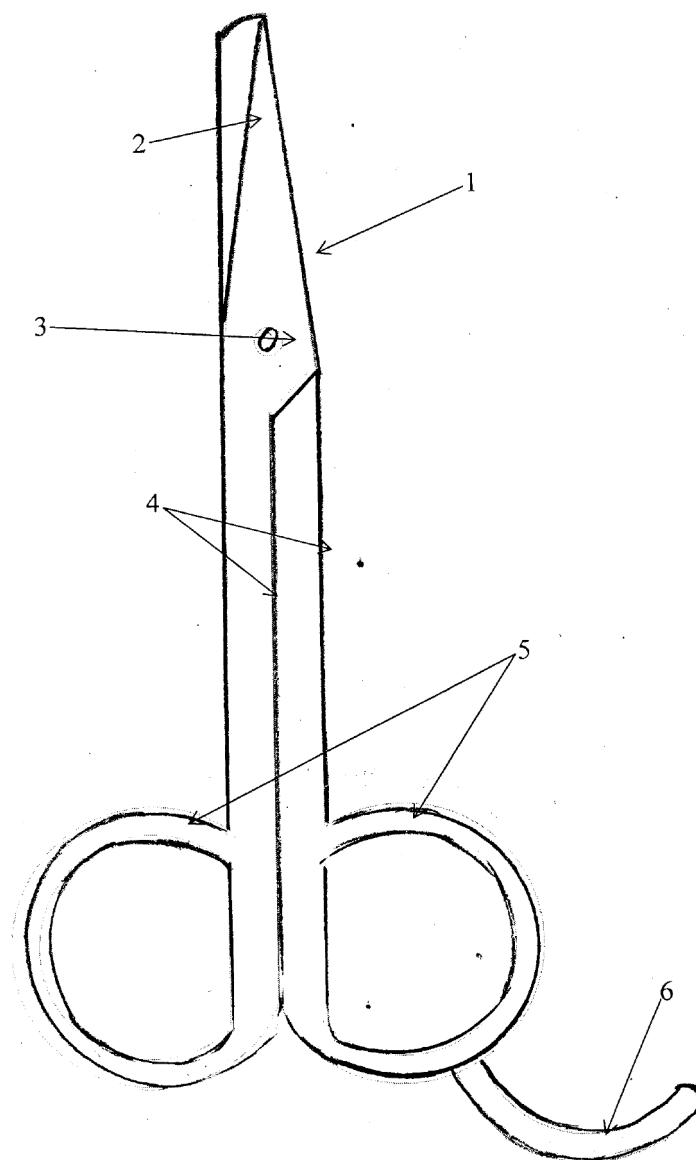


Рис. 1.

Затем из небольшого разреза на фасции, врач, удерживая устройство I и IV пальцами кисти за кольца 5, причем V палец располагается на усилителе 6, обращенным к поверхности операционного доступа, а лезвие 2 устремлено в противоположную сторону, осуществляет посредством плавного сближения режущих поверхно-

стей относительно друг друга, рассечение тканей, после чего устройство удаляется.

Положительный эффект заявленного технического решения состоит не только в удобстве в работе, но и быстром по времени рассечении различных по плотности тканей.

Литература:

1. Каталог фирмы Pilling «THORACIC AND CARDIOVASCULAR SURTERY INSTRYMENT», США, 1970, с. 45 N 35–2597 и с. 46 N 35–2567
2. Патент US 5250064, опубл. 1993 г.
3. Семенов, Г.М. Современные хирургические инструменты. СПб: Питер, 2006. 352 с. (серия краткое руководство).
4. Тургунов, Е. М, Нурбеков А.А. Хирургические инструменты. Учебное наглядное пособие. Караганда, 2008. 48 с.
5. Medicon Instruments, 1986.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

**ПАТЕНТ**

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 141182

**УНИВЕРСАЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ РАЗЪЕДИНЕНИЯ
МЯГКИХ ТКАНЕЙ**

Патентообладатель(ли): *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Тюменский государственный университет" (RU)*

Автор(ы): *с.м. на обороте*

Заявка № 2013154825

Приоритет полезной модели 10 декабря 2013 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации 22 апреля 2014 г.

Срок действия патента истекает 10 декабря 2023 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Б.П. Симонов



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) RU⁽¹¹⁾141 182⁽¹³⁾ U1

(51) МПК

A61B 17/32 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ ОПИСАНИЯ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013154825/14, 10.12.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
10.12.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 10.12.2013

(45) Опубликовано: 27.05.2014 Бюл. № 15

Адрес для переписки:

625003, г. Тюмень, ул. Семакова, 10, ФГБОУ
ВПО "Тюменский государственный
университет"

(72) Автор(ы):

Крючков Игорь Михайлович (RU),
Комаров Антон Петрович (RU),
Прокопьев Николай Яковлевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования "Тюменский
государственный университет" (RU)

(54) УНИВЕРСАЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ РАЗЪЕДИНЕНИЯ МЯГКИХ ТКАНЕЙ

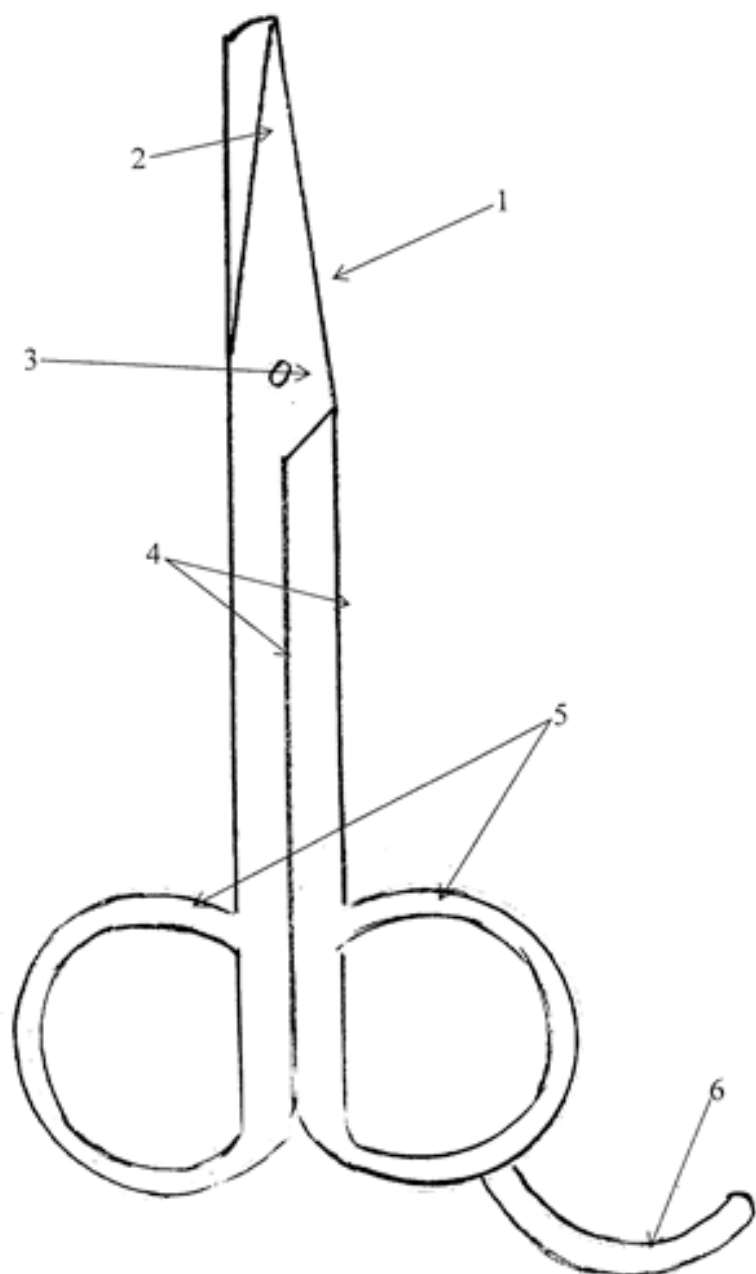
(57) Формула полезной модели

Универсальное устройство для разъединения мягких тканей, содержащее две бранши, подвижно скрепленные замком и завершающиеся кольцами, отличающееся тем, что одна из браншей в ее верхней части имеет лезвие с режущей кромкой, а другая — лезвие с двусторонней режущей поверхностью, верхняя сторона которого выполнена в виде скальпеля, при этом кольцо бранши с лезвием, имеющим двустороннюю режущую поверхность, выполнено с усилителем для ориентации режущей поверхности.

RU 141182 U1

RU 141182 U1

RU 141182 U1



Спр.: 2

RU 141182 U1

Техника. Технологии. Инженерия

Международный научный журнал
№ 3 (05) / 2017

Редакционная коллегия:

Главный редактор:
Ахметов И.Г.
Члены редакционной коллегии:
Авдеюк О.А.
Каленский А.В.
Коварда В.В.
Комогорцев М.Г.
Котляров А.В.
Лескова Е.В.
Мусаева У.А.
Прончев Г.Б.
Семахин А.М.
Сенюшкин Н.С.
Яхина А.С.

Руководитель редакционного отдела:
Кайнова Г.А.

Ответственные редакторы:
Осянина Е.И., Вейса Л.Н.
Художник: Шишков Е.А.
Верстка: Бурьянов П.Я.

Международный редакционный совет:

Айрян З. Г. (Армения)
Арошидзе П. Л. (Грузия)
Атаев З. В. (Россия)
Ахмеденов К. М. (Казахстан)
Бидова Б. Б. (Россия)
Борисов В. В. (Украина)
Велковска Г. Ц. (Болгария)
Гайнич Т. (Сербия)
Данатаров А. (Туркменистан)
Данилов А. М. (Россия)
Демидов А. А. (Россия)
Досманбетова З. Р. (Казахстан)
Ешиев А. М. (Кыргызстан)
Жолдошев С. Т. (Кыргызстан)
Игисинов Н. С. (Казахстан)
Кадыров К. Б. (Узбекистан)
Кайгородов И. Б. (Бразилия)
Каленский А. В. (Россия)
Козырева О. А. (Россия)
Колпак Е. П. (Россия)
Курпаяниди К. И. (Узбекистан)
Куташов В. А. (Россия)
Лю Цзюань (Китай)
Малес Л. В. (Украина)
Нагервадзе М. А. (Грузия)
Прокопьев Н. Я. (Россия)
Прокофьева М. А. (Казахстан)
Рахматуллин Р. Ю. (Россия)
Ребезов М. Б. (Россия)
Сорока Ю. Г. (Украина)
Узаков Г. Н. (Узбекистан)
Хоналиев Н. Х. (Таджикистан)
Хоссейни А. (Иран)
Шарипов А. К. (Казахстан)
Щуклина З. Н. (Россия)

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.
За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.
Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.
При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Материалы публикуются в авторской редакции.

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

почтовый: 420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231;
фактический: 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.
E-mail: info@moluch.ru; <http://www.moluch.ru/>

Учредитель и издатель:

ООО «Издательство Молодой ученый»

ISSN 2410-7352

Тираж 500 экз. Подписано в печать 5.07.2017.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, 25